

**CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA GENERADA POR LA FACULTAD DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

ANDRÉS FELIPE PIEDRAHITA BERMÚDEZ

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERIA INDUSTRIAL
PEREIRA, RISARALDA**

2017

**CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA PRODUCIDA POR LA FACULTAD
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE
PEREIRA**

ANDRES FELIPE PIEDRAHITA BERMUDEZ

Trabajo de grado para optar el título de ingeniero industrial

DIRECTOR

ELIANA MIRLEDY TORO OCAMPO, PhD.

Ingeniera industrial

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INGENIERÍA INDUSTRIAL

PEREIRA, RISARALDA

2017

NOTA DE ACEPTACIÓN

PhD. Eliana Mirledy Toro Ocampo

Directora

Pereira 2017

DEDICATORIA

A mi hija, la mujer de todas mis vidas posibles.

A mis padres, un potosí invaluable, mi escudo, mi coraza.

AGRADECIMIENTOS

A mi directora de trabajo de grado Eliana Mirledy Toro Ocampo, por la dedicación, el apoyo y ese calor de madre que me hizo sentir siempre como en casa.

A mis padres por entregar su juventud y mejores años a mi crianza y luchar de sol a sol por llegar donde ellos por los azares de la vida no alcanzaron. Nunca tendré como devolverles tanto.

A mi hija por ser mi motor e inspiración desde el alba hasta el ocaso.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUCCIÓN	13
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	14
2.1. Planteamiento del problema.....	14
2.2. Pregunta de investigación	15
3. OBJETIVOS.....	16
3.1. Objetivo general	16
3.2. Objetivos específicos	16
4. JUSTIFICACION.....	17
5. MARCO DE REFERENCIA	19
5.1. Antecedentes	19
5.2. Marco Conceptual	21
5.2.1. Huella de carbono:.....	21
5.2.2. Gases de efecto invernadero:.....	22
5.2.3. Huella ecológica:	22
5.2.4. Huella ecológica en universidades:	22
5.3. Estado del arte	23
5.4. Marco Legal	29
6. DISEÑO METODOLÓGICO	34
6.1. Tipo de investigación.....	34
6.2. Fases de la investigación	34
6.2.1. Fase diagnóstica:.....	34
6.2.2. Fase de cálculo y procesamiento de la información:	34
6.2.3. Fase propositiva:	35
7. METODOLOGÍA	36
7.1. Diferentes cálculos de emisiones de CO ₂	39
7.1.1. Cálculo directo	39
7.1.2. Cálculo Indirecto	40

7.1.2.1.	Población y muestra	40
7.1.2.2.	Definición de la muestra	41
7.1.2.3.	Diseño de la encuesta	42
7.2.	Cálculo de emisiones de CO ₂ asociado a las variables seleccionadas ...	43
7.2.1.	Energía	43
7.2.2.	Agua	46
7.2.3.	Espacio construido	47
7.2.4.	Movilidad	48
7.2.5.	Consumo de Papel	51
7.2.6.	Capacidad de Captura de CO ₂ del Bosque de la Universidad Tecnológica de Pereira	52
8.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
8.1.	Emisiones generales de CO ₂	53
8.2.	Emisiones de CO ₂ asociadas al consumo de energía.....	55
8.3.	Emisiones de CO ₂ asociadas al consumo de agua.....	56
8.4.	Emisiones de CO ₂ asociadas al espacio construido	58
8.5.	Emisiones de CO ₂ asociadas a la movilidad	58
8.6.	Prueba de bondad y ajuste para la variable movilidad	66
8.7.	Emisiones de CO ₂ asociadas al consumo de papel	68
9.	Huella ecológica de la Facultad de Ingeniería Industrial (edificio 5) de la Universidad Tecnológica de Pereira.....	70
10.	ACCIONES PARA MITIGAR LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.....	74
10.1.	Propuesta para la reducción de consumo energético	74
10.2.	Propuestas para la reducción del consumo de agua	77
10.3.	Propuesta para la disminución del consumo de papel.....	78
10.4.	Propuesta para mitigar la Huella Ecológica Asociada a la movilidad	81
11.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
12.	BIBLIOGRAFIA.....	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Crecimiento de la población de la facultad de ingeniería industrial.....	19
Tabla 2: Variables consideradas para el cálculo de la huella ecológica.....	36
Tabla 3: Variables Seleccionados para el estudio.....	37
Tabla 4: Factores de Equivalencia.....	38
Tabla 5: Población de estudiantes y docentes objeto de estudio.....	42
Tabla 6: Factor de emisión para huella de Energía.....	44
Tabla 7: Nivel de ocupación del vehículo.....	51
Tabla 8: Emisiones de CO ₂ de acuerdo al nivel de ocupación.....	51
Tabla 9: Emisiones de CO ₂ por tipo de variable.....	54
Tabla 10: Consumo de energía y emisiones de CO ₂ per cápita.....	56
Tabla 11: Consumo de agua y emisiones de CO ₂ per cápita.....	68
Tabla 12: Hábitos de Movilidad (Caminando y Bicicleta).....	65
Tabla 13: Emisiones totales de CO ₂	71
Tabla 14: Huella Ecológica (ha/semestre).....	73
Tabla 15: Huella ecológica en Hectáreas Globales (hag).....	74

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Crecimiento de la población de la Facultad	20
Gráfico 2: Distribución Porcentual de las emisiones de CO ₂	55
Gráfico 3: Consumo de Energía mensual del campus Universitario.....	57
Gráfico 4: Consumo de Agua mensual del campus Universitario.....	58
Gráfico 5: Emisiones de Toneladas de CO ₂ por actor (movilidad).....	60
Gráfico 6: Toneladas de CO ₂ anuales por actor.....	61
Gráfico 7: Porcentaje de emisiones totales de CO ₂ por tipo de transporte.....	61
Gráfico 8: Emisiones de CO ₂ estudiantes asociadas a la movilidad.....	62
Gráfico 9: Distribución porcentual de la edad de los estudiantes.....	63
Gráfico 10: Emisiones de CO ₂ de Docentes asociadas a la movilidad.....	63
Gráfico 11: Emisiones de CO ₂ de Personal administrativo, vigilancia y aseo asociadas a la movilidad.....	64
Gráfico 12: Razones de no uso del transporte público por docentes.....	65
Gráfico 13: Razones de no uso del transporte público por estudiantes.....	66
Gráfico 14: Histograma de frecuencias para las emisiones de la variable movilidad.....	67
Gráfico 15: Emisiones de CO ₂ asociadas al consumo de papel.....	69
Gráfico 16: Consumo semanal de hojas de papel por parte de los estudiantes...	70
Gráfico 17: Distribución porcentual de las emisiones de CO ₂	72
Gráfico 18: Huella ecológica por tipo de variable.....	73

INDICE DE ECUACIONES

[E.1]: Cálculo de la huella ecológica.....	38
[E.2]: Cálculo directo de emisiones de CO ₂	39
[E.3]: Cálculo de los factores de extrapolación.....	40
[E.4]Tamaño de muestra.....	41
[E.5]: Factor de emisión para el consumo de energía.....	44
[E.6]: Consumo de Combustible.....	49
[E.7]: Emisiones de CO ₂	50
[E.8]: Función de densidad de probabilidad Pearson III.....	73

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Formato de encuesta estudiantes.....	92
Anexo 2: Formato de encuesta Docentes.....	98
Anexo 3: Cuantificación de materiales de Construcción Edificio 15 Bloque C.....	103
Anexo 4: Emisiones de CO ₂ por tipo de Material.....	105
Anexo 5: Luminarias edificio 5.....	106
Anexo 6: Consumo de papel por parte de la Facultad de Ingeniería Industrial...	107

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra los resultados de un estudio realizado en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira en donde se aplica la metodología propuesta por [1] para el cálculo de la huella ecológica en universidades, con el objetivo de evaluar el impacto ambiental asociado a actividades académicas y administrativas llevadas a cabo en la facultad. Los impactos analizados en este estudio hacen referencia al gasto energético consumo de papel, consumo de agua, movilidad y espacio construido. Los resultados obtenidos para el semestre académico 2017-1 reflejan que la Facultad de Ingeniería Industrial necesita una extensión de 75,87 ha de bosque para asimilar las emisiones de CO₂ producidas. La huella ecológica es de 0,11 ha/persona/semestre.

Palabras clave: Huella ecológica, dióxido de carbono, desarrollo sostenible.

ABSTRACT

In the present work the results of a study carried out in the Faculty of Industrial Engineering of the Technological University of Pereira are shown, where the methodology proposed by [1] for the calculation of the footprint is applied. Ecological in universities, with the objective of evaluating the environmental impact associated with academic and administrative activities carried out in the faculty. The impacts analyzed in this study refer to the energy expenditure paper consumption, water consumption, mobility and built space. The results obtained for the academic semester 2017-1 reflect that the Faculty of Industrial Engineering needs an extension of 75.87 ha of forest to assimilate the CO₂ emissions produced. The ecological footprint is 0.11 ha / person / semester.

Keywords: Ecological footprint, carbon dioxide, sustainable development.

1. INTRODUCCIÓN

Los avances científicos y tecnológicos parecen no tener límite, el descubrimiento de nuevas tecnologías y la innovación en las ya existentes en las últimas décadas bajo el manto de modelos económicos capitalistas y neoliberalistas en “pro” del crecimiento económico y el desarrollo, que se traducen para muchos en mejores condiciones de vida generan indudablemente un impacto sobre el medio ambiente que nos rodea.

Todas las actividades humanas generan un impacto ambiental, desde una función vital básica como respirar (emitimos CO₂ en la exhalación) hasta las más sofisticadas y complejas obras de ingeniería. La calidad de vida ha conllevado la explotación desmedida de recursos naturales renovables y no renovables que generan serias implicaciones en las condiciones para la vida misma, siendo pruebas irrefutables de ello, el calentamiento global producto de los gases de efecto invernadero, los daños a la capa de ozono, la contaminación de ríos y afluentes hídricos, deshielo de los cascos polares, etc.

Lo anterior ha llegado a niveles críticos y ha generado el llamado de alerta de académicos y organismos internacionales en busca de la mitigación de los impactos abrasivos de la actividad humana, promoviendo prácticas ambientalmente sostenibles en todos y cada uno de los actores de la sociedad.

“La Huella Ecológica es un indicador que mide la porción de tierra necesaria para la vida del ser humano en relación con su consumo. Es decir, la capacidad de la Tierra, medida en hectáreas, para absorber los residuos generados por una persona según la porción del Planeta que le corresponde.” [2]

Partiendo del hecho de que la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, al ser parte del proceso académico que en ella se desarrolla y al estar integrada por personas (docentes, estudiantes y trabajadores) se convierte en un actor de la sociedad, la cual no está exenta del impacto que generan sus procesos y actividades sobre el medio ambiente inmediato y por ende está en la obligación de implementar estrategias que mitiguen su huella ecológica y así generar conciencia en sus miembros y ser un claro ejemplo para la sociedad que ve en la universidad y la academia un referente de buen comportamiento.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema

Las actividades humanas generan de manera directa o indirecta un impacto (huella ecológica) sobre el medio ambiente. La movilidad urbana, la infraestructura vial, la construcción de viviendas, etc. ha tenido un desarrollo acelerado sobre todo en las ciudades capitales, lo que a su vez implica el desarrollo de infraestructura vial para dar capacidad al uso desbordado del vehículo particular y los sistemas de transporte público, de igual manera el sacrificio de zonas verdes para la construcción de nuevos planes de vivienda.

Lo anterior sumado a los nefastos efectos del calentamiento global, al cual contribuyen los sistemas de transporte particular y público con la emisión de gases de efecto invernadero, los cuales tienen un impacto directo sobre las condiciones climáticas óptimas para la vida. Tal contaminación ambiental a nivel mundial generada también por las actividades industriales y el consumismo, han preocupado a los países desarrollados y a los organismos internacionales, por lo cual han endurecido su legislación medioambiental y a la vez generado importantes normas para mitigar el calentamiento global y generar conciencia en las empresas y la ciudadanía.

En Colombia las leyes al respecto son más laxas y los mecanismos para hacerlas cumplir son menos efectivos. De hecho la contaminación por movilidad es alarmante, incluso ha obligado a varias ciudades capitales a implementar de manera frecuente el día sin carro y la implementación de la política del pico y placa para reducir la contaminación del aire y mejorar la movilidad. Actualmente en los países de la unión europea se han realizado investigaciones de movilidad para polígonos industriales y universidades públicas, también se ha medido en varias universidades la huella ecológica producto de sus actividades con el fin de generar conciencia e implementar estrategias de mitigación (uso de bicicleta, incentivar el uso del transporte público, desestimar el consumo de carne, usar papel ecológico, etc.).[1], [3], [5], [9], [15], [16], [21]

Las investigaciones realizadas en países como España muestran la necesidad e importancia de implementar estas estrategias de mitigación en la movilidad de los centros de trabajo con más de 200 empleados, pues traen beneficios para la empresa (menos ausentismo e impuntualidad, menos rotación laboral y aumento de la productividad), al igual que beneficios para el empleado (disminución del estrés,

mayor calidad de vida y menor riesgo de accidentes de tránsito camino a trabajo) y por ultimo beneficios para la sociedad y el medio ambiente en cuanto a la descongestión vehicular y la disminución de gases de efecto invernadero emitidos a la atmosfera. [3]

La Universidad Tecnológica de Pereira cuenta con más de 1000 empleados, entre docentes y administrativos y una cantidad aproximada de 18.000 estudiantes cuyas actividades tienen implicaciones directas en el medio ambiente. Como parte activa de la universidad está la Facultad de Ingeniería Industrial, Motivo por el cual es preciso determinar la huella de ecológica generada por la facultad para así poder generar estrategias de mitigación que ayuden a disminuir estos efectos negativos.

Es menester aclarar que es generando conciencia ambiental y haciendo un uso más racional de los recursos disponibles que se puede mejorar tener impactos positivos en las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera y por ende en la calidad del aire que respiramos.

2.2. Pregunta de investigación

¿Cuántas hectáreas de bosque serían necesarias para asimilar los residuos producidos por las actividades de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira?

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

- Calcular el número de hectáreas de bosque necesarias para absorber la huella ecológica generada por la facultad de ingeniería industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira para el semestre 2017-1

3.2. Objetivos específicos

- Identificar las diferentes variables que contribuyen con la emisión de CO₂ por las actividades de la facultad de ingeniería industrial
- Determinar la huella ecológica generada por la facultad de ingeniería industrial.
- Proponer estrategias tendientes a la concientización y mitigación de la huella ecológica generada por Facultad de Ingeniería Industrial.

4. JUSTIFICACION

Como ya se mencionó la contaminación ambiental es uno de los temas de primer orden en las agendas de los gobiernos a nivel mundial, unos por ser más fuertes económicamente y por tener un fuerte desarrollo administrativo han generado las políticas y leyes a tiempo para disminuir tal impacto ambiental. Por el contrario, en los países latinoamericanos apenas se empieza a ver la necesidad de cuidar y resguardar el medio ambiente para las futuras generaciones. Por ello todos los actores de la sociedad están llamados a aportar soluciones para la problemática ambiental que se vive en cada lugar del planeta.

Uno de esos actores de la sociedad en la ciudad de Pereira es la Facultad de ingeniería Industrial de la universidad Tecnológica, la cual es una universidad pública y según los escalafones del ministerio de educación nacional se ubica entre las mejores universidades de Colombia. Ubicada en el departamento de Risaralda, fundada por medio de la ley 41 de 1958; la cual a la fecha cuenta con aproximadamente 18.000 estudiantes en pregrado y 2.149 estudiantes de postgrado. Además la universidad cuenta con 98 programas académicos entre pregrado y postgrado.

El estudio se concentrará en los docentes, estudiantes y trabajadores de la facultad de ingeniería industrial. En vista de dar mayor cobertura es evidente que en los últimos años la población de la facultad ha aumentado lo que ha implicado necesariamente algunas modificaciones en su infraestructura física, mayor demanda de zonas de parque, consumo de agua, energía, alimentación, entre otros. Esta mayor contaminación ambiental y emite cifras considerables de gases de efecto invernadero a la atmosfera. Es por ello que poder medir esta huella ecológica de la facultad es importante para la misma, la universidad, la ciudad y el país, porque con base en dicha medida se pueden generar estrategias de mitigación y generar un impacto positivo al medio ambiente.

En la revisión bibliográfica de monografías en las bases de datos de la universidad se encontró un solo estudio de pregrado desarrollado por la facultad de ciencias ambientales [5] en el cual se mide la huella ecológica de la universidad en general al igual que un trabajo de grado como requisito para el título de administrador ambiental realizado por un estudiante de la facultad de ciencias ambientales, que propone la estrategia del uso de la bicicleta al interior del campus y desde las ciudades de Pereira y Dosquebradas hacia la universidad como alternativa verde.

Se puede intuir que este problema si ha sido determinado a la fecha, pero se hace necesario ahondar en el impacto focalizado, en este caso de la facultad de ingeniería industrial para determinar cómo volver pilar de sus procesos el trato amigable con el medio ambiente. De igual manera la investigación no tiene como único fin medir dicho impacto ambiental, sino también generar estrategias de movilidad, consumo de recursos y demás para la mitigación de dicho impacto (viajes compartidos, incentivar el uso del transporte público, incentivar el uso de la bicicleta, papel ecológico, etc.)

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1. Antecedentes

La Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira cuenta en la actualidad con una población estudiantil 2.059 estudiantes en pregrado y 361 estudiantes en postgrado. Según [4] el personal docente, administrativo y estudiantil en lo que respecta a la facultad de Ingeniería Industrial ha crecido así en los últimos 8 semestres así.

Tabla 1: Crecimiento de la población de la facultad de ingeniería industrial

Año	Docentes	Admón.	Estudiantes		Total
			pregrado	posgrado	
2010-2	77	-	1.821	391	2.289
2011-2	94	-	1.992	307	2.393
2012-2	99	-	1.976	315	2.390
2013-2	101	2	2.102	320	2.525
2014-2	101	2	2.092	340	2.535
2015-2	97	2	2.041	352	2.492
2016-2	112	7	2.019	369	2.507
2017-1	91	10	2.059	361	2.521

Fuente: elaboración propia

Gráfico 1: crecimiento de la población de la facultad en los últimos 8 semestres



Grafico 1: fuente: elaboración propia

De la gráfica anterior, que corresponde al comportamiento de la población de la facultad de ingeniería industrial queda en evidencia el aumento en el tiempo del número de personas que realizan actividades en ella. Por lo cual se hace relevante conocer la huella ecológica o impacto ambiental que generan las actividades diarias que allí se realizan.

También es un antecedente importante el hecho de que la universidad cuente con facultad de ciencias ambientales y un centro de gestión ambiental universitaria, el cual se rige por la política ambiental de la universidad. La propuesta inicial de Política Ambiental surgió en el 2007 en el proceso de formulación del Plan de Manejo Ambiental UTP como una recomendación para la institución y fue aprobada el 18 de noviembre del 2010, durante sesión del Consejo Superior de la UTP.

Los tres compromisos más relevantes de la política ambiental son:

- 1. Formar profesionales integrales con ética ambiental.*
- 2. Involucrar dentro de la planificación y desarrollo de sus procesos académicos y administrativos el cumplimiento de los requisitos ambientales de tipo legal y normativo.*
- 3. Implementar los planes, programas, prácticas y técnicas de gestión ambiental, que propicien acciones de sustentabilidad para la organización y la comunidad en general.*

La política ambiental de la universidad se plantea metas claras, y una de ellas es formar profesionales integrales con ética ambiental, aun así el hecho de que la facultad de ingeniería industrial no conozca la huella ecológica que generan sus actividades impide que sus profesionales generen esa conciencia ambiental, de hecho al observar el perfil profesional de ingeniero industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira no hay en sus apreciaciones un concepto o definición específica que ligue a la profesión con la responsabilidad ambiental que pretende la política ambiental de la universidad tengan sus egresados.

Un antecedente importante es el trabajo de grado para optar al título de *Administrador Ambiental* realizado por [5], si bien es un aporte importante al tener en cuenta el impacto global de la universidad, si hay ciertas falencias a la hora de elegir las muestras para el cálculo de la huella indirecta ecológica, ya que por ejemplo en el caso de la facultad de ingeniería industrial las muestras para el número de personas a entrevistar fue obtenido con base en la información de la página de estadísticas de la universidad y no fue tenido en cuenta la cantidad de personas que realmente ocupan el edificio, esto debido a que en el edificio cinco perteneciente a ingeniería industrial también se dictan clases de tecnología industrial y además hay cuatro programas de pregrado. Por lo cual se puede haber incurrido en cierto sesgo al no tener en cuenta estos detalles.

5.2. Marco Conceptual

5.2.1. Huella de carbono:

La huella de carbono se conoce como «la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto». [6]. Tal impacto ambiental es medido llevando a cabo un inventario de emisiones de GEI o un análisis de ciclo de vida según la tipología de huella, siguiendo normativas internacionales reconocidas, tales como ISO 14064, PAS 2050 o GHG Protocol entre otras. La huella de carbono se mide en masa de CO₂ equivalente. Una vez conocido el tamaño y la huella, es posible implementar una estrategia de reducción y/o compensación de emisiones, a través de diferentes programas, públicos o privados.

5.2.2. Gases de efecto invernadero:

Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero a los gases cuya presencia en la atmósfera contribuye al efecto invernadero. Los más importantes están presentes en la atmósfera de manera natural, aunque su concentración puede verse modificada por la actividad humana, pero también entran en este concepto algunos gases artificiales, producto de la industria.

5.2.3. Huella ecológica:

La **huella ecológica** se define como el “*área de territorio ecológicamente Productiva (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) necesaria para producirlos recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población determinada con un nivel de vida específico de forma indefinida, sea donde sea que se encuentre ese área*” [7]

5.2.4. Huella ecológica en universidades:

Los miembros de la comunidad universitaria que realizan actividades diarias en la universidad generan un impacto ambiental asociado a dichas actividades, desplazamientos, consumo de recursos, generación de residuos. Por otro lado las universidades son exportadoras de valores y modelos en el entorno en que realizan sus actividades, de modo que los compromisos ambientales que asumen son exportados a la sociedad.

5.3. Estado del arte

Para [8] en su artículo “Cities, mobility and climate change” (ciudades, movilidad y cambio climático) Las sociedades obtienen enormes beneficios del viaje, ya que las economías se han vuelto más y más globalizado, como la nueva infraestructura de comunicaciones permite la creación de redes y los viajes internacionales a un bajo costo. Ha habido una verdadera internacionalización de todas las actividades, y los viajes forman una parte esencial de ese proceso. Sin embargo, la movilidad es alimentada por carbón, y existe un claro consenso científico de que las emisiones de carbono están afectando el clima global con consecuencias irreversibles a largo plazo.

El transporte es el sector en el que una reducción en el uso de energía y las emisiones está demostrando ser extraordinariamente difícil de lograr a pesar de algunos éxitos en las zonas urbanas. Este documento se centra en las ciudades, la movilidad y el cambio climático, poniendo de relieve las tendencias recientes en tanto los países desarrollados y en desarrollo. Se argumenta que la situación actual es insostenible, y que transporte debe contribuir plenamente a la consecución de los objetivos de reducción de carbono. Se presenta una alternativa, basada en el paradigma de la movilidad sostenible [8] que busca formas de reducir la necesidad de viajar en las ciudades.

La creencia de que la alta movilidad y la tecnología ofrecen la solución está fuera de lugar, como tecnológica la innovación sólo nos puede conseguir parte de la forma de transporte sostenible, y esto puede facilitar más recorrido. Hay oportunidades para las ciudades para cambiar a un futuro bajo en carbono de transporte, donde la visión y la acción son basados en una combinación de factores económicos, la planificación y las innovaciones tecnológicas que trabaja en el apoyo mutuo formas. Potencialmente, el futuro es brillante para el transporte bajo en carbono en las ciudades, pero la verdadera pregunta es si existe el compromiso y el liderazgo de seguir este camino.

Como lo menciona [9] el desarrollo de la infraestructura, la comunicación y la tecnología implica un aumento en la demanda de movilidad por razones laborales, estudio en el cual concluye entre otras cosas que la movilidad laboral requiere que las personas se adapten a distintas circunstancias en su vida cotidiana y esto da lugar a que manifiesten actitudes y diferentes problemas de aquellos que son menos móviles. Entre los problemas clásicos que traen consigo esta mayor movilidad

sobresale el aumento del estrés y la pérdida de calidad de vida, sobre todo para aquellos que realizan viajes largos diariamente

Según [10] en el actual modelo de movilidad al trabajo hay una gran tendencia al incremento de los consumos energéticos y la correspondiente emisión de gases de efecto invernadero, como también, a los niveles de contaminación atmosférica y acústica que supone importantes pérdidas económicas en forma de congestión circulatoria, absentismo laboral o impuntualidad. Para los trabajadores supone pérdida de tiempo, aumento del estrés, importantes gastos económicos y una elevada siniestralidad, denominada *in itinere*. A lo largo del desarrollo de su investigación, se evidencian cifras alarmantes sobre la cantidad de CO₂ producida por los diferentes medios de transporte, como también, el aumento del uso del vehículo particular y la tendencia al declive del uso del transporte público.

De acuerdo a [3] en su publicación sobre PTT (planes de transporte al centro de trabajo), elaborada por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía en España, se notan los beneficios que traen no solo para las empresas en términos de productividad y satisfacción laboral, sino también, para el trabajador y la sociedad en general en términos de disminución de las emisiones de CO₂ y recuperación del espacio público antes dedicado a la circulación o estacionamiento de automóviles. Allí en el PTT, se aclara que estos planes se deben implementar en centros de actividad con más de 200 trabajadores. A modo de conclusión la publicación muestra casos aplicados de estos planes de transporte y como se disminuyen los Kg de CO₂ en función de los valores de CO₂ promedio por galón de combustible y la distancia recorrida al centro de trabajo.

En Colombia, poco se ha trabajado acerca de generar sistemas de transporte más eficientes y que produzcan menos impacto ambiental, bien sea por factores, culturales, políticos o económicos.

Como caso empresarial de notable relevancia en Colombia se encuentra *El Manual de Transporte Limpio* [11] elaborado por el grupo empresarial *Nutresa*, “este manual es un claro ejemplo y resultado de aunar conocimientos con nuestros proveedores de Servicio de Transporte de Carga por carretera, para definir un marco de actuación y de referenciación, con un criterio de ecoeficiencia, para que este importante servicio reduzca su impacto al ambiente, en términos de emisiones de gases efecto invernadero, contribuyendo igualmente a que tengamos un sector de transporte de carga más responsable y competitivo en nuestra red de valor, y que actúe de una forma más respetuosa y amigable con el medio ambiente”. Cabe resaltar que el trabajo del grupo empresarial *Nutresa* genera un resultado y es un manual para calcular la huella de carbono de empresas que utilicen el servicio de

transporte de carga, manual que se puede adaptar a las necesidades de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Según [12] el 53% de los colombianos gasta entre 45 minutos y 1 hora para ir a su trabajo. El 63% de las personas utiliza transporte público para ir y regresar de su trabajo. El 26% gasta más de 1 hora para llegar a su trabajo. Entre \$2.900 y \$5.000 pesos invierte a diario el 65% de los colombianos para transportarse ida y vuelta de su trabajo. Estrés, menos horas de sueño, desmotivación laboral e invertir más dinero, algunas de las razones más frecuentes en la movilidad de los colombianos hacía el trabajo. Dicho estudio realizado con rigor estadístico a una muestra de 12.000 personas deja en evidencia los costos económicos y emocionales que implica para un trabajador colombiano desplazarse a su lugar de trabajo y viceversa.

Por otro lado según cifras del *DNP* [13] la congestión vehicular en Colombia, debido al aumento desmesurado del parque automotor y la carencia de infraestructura vial representa pérdidas económicas para el país, pérdidas que ascienden al 2% del PIB del país, cifra que equivale a unos 16 billones de pesos, es decir, más de lo que costaría la primera línea del metro de Bogotá y casi el presupuesto anual de la capital que asciende a 17 billones de pesos.

Incluso [14] advierte que se avecina un colapso de movilidad en las principales capitales del país ya que un millón de vehículos adicionales entrarán a circular en las calles del país, además indica según un estudio hecho por un consultor externo del DNP que un colombiano pasa 20 días al año montado en un bus y la duración de desplazamiento está en hora y media en promedio. Según el estudio -que sirvió como diagnóstico para la formulación del nuevo Plan Nacional de Desarrollo- en Bogotá se pierden anualmente siete millones de horas, mientras que en el resto de las principales ciudades la pérdida es de cuatro millones de horas en promedio.

Los costos del trancón para los colombianos también se ven reflejados en su salud física y mental. Literalmente los ciudadanos están hoy padeciendo un ataque de nervios por causa del caos de la movilidad en sus ciudades.

Según el estudio 'La carga por las enfermedades no transmisibles en Colombia', del Ministerio de Salud, en el 2010 murieron 209 personas, asociadas a enfermedades prevenibles como consecuencia de la contaminación ambiental que desencadena la congestión vehicular

Ante la situación de movilidad cada vez más crítica que viven las principales ciudades, el estrés y el mal genio de los colombianos ha disparado las consultas médicas. Aunque no hay cifras consolidadas sobre el impacto de los trancones, lo cierto es que las consecuencias en la salud se asocian a alteraciones del sueño,

cambios en sus comportamientos colectivos y aumento de enfermedades respiratorias por la polución del aire.

Como caso de análisis en universidades se encuentra el estudio realizado en la Universidad Pública de Navarra [15]. Mediante sus plan de transporte y movilidad, en el que se analiza en primera instancia las condiciones físicas y geográficas de la universidad, luego, el número entradas de acceso y condiciones de las mismas (señalización vial), la ubicación de la universidad, desplazamientos promedio para llegar a la universidad, número de plazas para parqueo tanto de vehículos como de motocicletas y bicicletas. En segundo lugar, con base a lo que se estima de la cantidad de vehículos en la universidad, se calculó, su huella de carbono por movilidad y se observó las emisiones promedio en kg/litro de las siguientes sustancias en función del tipo de combustible (CO₂, CO, HC, NO_x). Luego, en base a los resultados obtenidos se crearon propuestas para disminuir este impacto ambiental, estimulando el uso del transporte público e impulsando el uso de la bicicleta y al mismo tiempo la construcción de estacionamientos para las mismas con la intención y la concientización ambiental, entre otras ideas.

Como caso de aplicación en universidades colombianas se encontró el trabajo de grado en la realizado por [16] en la Universidad Industrial de Santander, en el cual se pretende medir la huella de carbono generada por todas las actividades de la universidad. La cantidad de gases de efecto invernadero que se producen en fuentes fijas y en fuentes móviles, si bien la parte que concierne a la huella de carbono por fuentes fijas no compete a este trabajo, si se resalta, que se tiene presente para efectos del estudio académico.

En la Universidad Tecnológica de Pereira se encontró el trabajo de [17] *Propuesta para la implementación de la bicicleta como medio de transporte y recreación en la Universidad Tecnológica de Pereira*. En el cual como ya se mencionó se plantea la estrategia de implementación de la bicicleta para movilizarse al interior del campus universitaria y llegar al mismo desde las ciudades de Pereira de Dosquebradas, aunque es una iniciativa para rescatar, el estudiante no parte de la premisa de que primero se debe conocer el impacto ambiental de la universidad para luego, generar estrategias que mitiguen tal impacto.

En el artículo *responsabilidad social universitaria* [18] menciona que “Cada vez más Universidades quieren promover y practicar la Responsabilidad Social Universitaria (RSU). Las Universidades no podían quedarse alejadas de la reflexión sobre Responsabilidad Social, ellas también son organizaciones, que a través de sus principales propósitos: formación humana y profesional (propósito académico) y construcción de nuevos conocimientos (propósito de investigación) tienen impactos específicos distintos a los generados por las empresas.

La responsabilidad social de la empresa (RSE), también denominada responsabilidad social corporativa (RSC) es un término que hace referencia al conjunto de obligaciones y compromisos, legales y éticos, tanto nacionales como internacionales, que se derivan de los impactos que la actividad de las organizaciones produce en el ámbito social, laboral, medioambiental y de los derechos humanos. Así entonces la universidad tecnológica de Pereira en su práctica de responsabilidad social universitaria debe tener en cuenta entre otros aspectos su impacto medio ambiental.

“la educación en el siglo XXI nos invita a la universidad a ser más solidaria con el servicio a la comunidad, colaborar a erradicar la pobreza, la intolerancia, la violencia, el analfabetismo, el hambre y la sostenibilidad del medio ambiente”.

Como últimos avances de tecnológica interactiva se encuentra la *calculadora de carbono 2050*, la cual es una adaptación al caso colombiano de la calculadora de Gran Bretaña llamada *2050 calculator* [13]. El Gobierno de Colombia viene desarrollando dentro del *Plan Nacional de Desarrollo* y el *CONPES 3700* de cambio climático para la *Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC)*, la cual tiene un enfoque sectorial y le brinda las herramientas a los sectores productivos, liderados por los Ministerios sectoriales, para diseñar e implementar sus planes de mitigación y aplacamiento de las emisiones de CO₂.

Con el fin de fortalecer esta estrategia, se busca que la Calculadora de Carbono sea una herramienta sencilla y transparente que sirva para demostrar a diferentes actores, posibles opciones que el país podría optar para reducir las emisiones y ahorrar energía en una línea de tiempo que va hasta el año 2050.

Según [19] en su artículo *“The sustainable mobility paradigm”* (el paradigma de la movilidad sostenible) el cual propone que el paradigma de la movilidad actual debe ser flexible sobre todo si la agenda de movilidad sostenible pretende ser una realidad. También afirma que el secreto está en la disposición al cambio y en la necesidad de ganar confianza y ayuda del público. Además, concluye Los mensajes son claros. Hay un fuerte apoyo para la ampliar el ámbito del discurso público y potenciar los grupos de interés a través de una forma interactiva y participativa en el proceso, que se comprometan a la movilidad sostenible. Por lo tanto, deben ser amplias coaliciones formadas para incluir especialistas, investigadores, académicos, profesionales, responsables políticos y activistas en las relacionadas áreas de transporte, uso de la tierra, asuntos urbanos, medio ambiente, la salud pública, ecología, ingeniería, verde y modos de transporte público. Es sólo cuando se dan dichas coaliciones que se forma un verdadero debate sobre la movilidad sostenible. Tiene que haber una voluntad de cambio y la aceptación de responsabilidad colectiva. Para lograr una movilidad sostenible.

Para [20] Las universidades ya no están confinadas a sus cuatro paredes, sino que están en desarrollo en el interior de las grandes ciudades. Bloques, bibliotecas, hostales, cafeterías, bloques de administración, dispensario, zona comercial, escuelas, etc. se están convirtiendo en una parte importante de dicha institución. Cada parte del campus está utilizando recursos ambientales. Puede tanto enseñar y demostrar los principios ambientales mediante la adopción de medidas para comprender y reducir el impacto de sus actividades sobre el medio ambiente. Es igualmente importante incorporar prácticas sostenibles en la planificación y sus operaciones si se quiere mantener en el futuro. Por lo tanto, sugiere una propuesta curso de acción para la promoción de la educación ambiental en las universidades, recalcando que la misión de las universidades no solo es la transmisión de conocimientos sino la formación de seres humanos que se pueden integrar en un objetivo común.

Según [1] en el documento *Metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades*, en el cual muestra los resultados de una investigación realizada por la oficina de Desarrollo Sostenible de la Universidad Santiago de Compostela en donde se aplica una metodología propia para el cálculo del impacto ambiental asociados a las actividades de docencia investigación y gestión universitaria, tomando ítems como el gasto energético, consumo de papel, consumo de agua y generación de residuos. Para la metodología de cálculo emplean cálculos directos e indirectos. Para el cálculo directo se refieren al uso de datos que son conocidos como el consumo de papel, agua, luz, etc. Y para los cálculos indirectos se refieren a datos estadísticos extraídos a partir de encuestas, como lo es el caso de los hábitos de movilidad y el consumo de papel por parte de los estudiantes.

En un trabajo similar desarrollado por la Universidad de Málaga *Huella ecológica de la Universidad de Málaga* [21] se emplea una metodología igual a la planteada por López en el trabajo realizado en la Universidad Santiago de Compostela. Es decir, lo hacen a través de un cálculo directo con datos conocidos sobre las variables que se tiene control y un cálculo indirecto para conocer la huella ecológica generada por la movilidad y el consumo de papel para genera el indicador de la huella producida y a su vez el cálculo de la cantidad de hectáreas de bosque que se harían necesarias para resarcir dicho impacto ambiental.

En otro caso de cálculo de la huella ecológica en universidades [22] en esta ocasión realizado en la Universidad Central “MARTA ABREU” de las Villas en la ciudad de Santiago de Cuba utilizan de nuevo la metodología mostrada por López y la Universidad de Málaga. Solo que en este estudio a diferencia de los anteriores hacen más profundización en las variables a tener en cuenta, ya que miden la huella ecológica por aspectos como generación de vapor, consumo de alimentos, sin embargo se quedan sólo en el cálculo de la huella ecológica ya que no se determina

en el estudio la cantidad de hectáreas de bosque para mitigar dicho impacto ambiental, el cual sin lugar a dudas es un indicador importante que permite dimensionar y aporta mucho a la hora de generar conciencia en la comunidad universitaria.

Ahora mirando los estudios realizados en universidades colombianas se encontró el trabajo de grado *Aproximación al cálculo de la huella ecológica de la Universidad de Nariño para el primer semestre de 2014* [23] utilizan la metodología planteada por López en el cálculo de la huella ecológica de la Universidad Santiago de Compostela, e igualmente se llega hasta el cálculo de la cantidad de bosque necesario para absorber dicho impacto ambiental.

Ahora bien, revisando el repositorio de la biblioteca Jorge Roa Martínez de la Universidad tecnológica de Pereira se encontró un trabajo de grado para optar al título de administrador ambiental, realizado por [24] en el cual de nuevo basándose en los planteamientos de López para calcular la huella ecológica y a su vez la cantidad de hectáreas de bosque necesarias para resarcir ese impacto ambiental.

5.4. Marco Legal

Colombia hace parte de varios acuerdos y tratados internacionales en lo que a medio ambiente se refiere. A nivel internacional se encuentra la *Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano* [25] con base en la adopción de la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano* la cual en uno de sus apartes proclama que:

“La protección y mejoramiento del medio ambiente humano es una cuestión fundamental que afecta al bienestar de los pueblos y al desarrollo económico del mundo entero, un deseo urgente de los pueblos de todo el mundo y un deber de todos los gobiernos” y en el mismo acuerdo el principio número 2 expresa la convicción común de que: *“PRINCIPIO 2. Los recursos naturales de la tierra incluidos el aire, el agua, la tierra, la flora y la fauna y especialmente muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras, mediante una cuidadosa planificación u ordenación, según convenga”* [26]

Luego la *Declaración de Río* firmada el 14 de Junio de 1992 y basada en la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano* proclamada 20 años atrás y buscando reafirmar y afianzar sus lineamientos con nuevos acuerdos de cooperación entre los países proclama que **“PRINCIPIO 1** Los seres

humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.” [27]

De igual manera Colombia hace parte del “*Protocolo de kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio Climático*” firmado en el año de 1998 en el cual se comprometen los países miembros a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, además de:

- i) fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional;
- ii) protección y mejora de los sumideros y depósitos de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, teniendo en cuenta sus compromisos en virtud de los acuerdos internacionales pertinentes sobre el medio ambiente; promoción de prácticas sostenibles de gestión forestal, la forestación y la reforestación;
- iii) promoción de modalidades agrícolas sostenibles a la luz de las consideraciones del cambio climático;
- iv) investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales; [28]

Entre otros tratados está el acuerdo *RAMSAR* firmado en Irán en 1971 en el cuál 163 países se comprometen a proteger y preservar sus humedales mediante acciones locales y regionales con cooperación internacional.

Acerca de la Convención sobre los Humedales La Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) es un tratado intergubernamental cuya misión es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”. En enero de 2013 el total de naciones adheridas a la Convención como Partes Contratantes era de 163, y había más de 2.060 humedales de todo el mundo, con una superficie mayor de 197 millones de hectáreas, designados para su inclusión en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de Ramsar. [29]

Revisados algunos de los tratados internacionales en los cuales Colombia se compromete al cuidado y preservación del medio ambiente, reducción de las emisiones de carbono, protección de humedales y ecosistemas biológicos de alta importancia entre otros se hace de necesaria relevancia anotar lo que está consagrado en la Constitución Política de Colombia en cuanto a lo que concierne

al medio ambiente. Respecto al medio ambiente la Constitución de Colombia reza lo siguiente:

Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

[30]

Así mismo hay leyes como la *Ley 99 de 1993 o ley del medio ambiente* la cual en términos generales establece la política ambiental de Colombia orientada según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la declaración de Río de Janeiro de Junio de 1992, particularmente en su artículo 7 dice lo siguiente *“El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables”*. En otras palabras el estado pone por lo menos en palabras la disposición para resarcir y prevenir el deterioro ambiental. Por otro lado en su artículo 10 reza lo siguiente *“La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones”* es decir todos los actores de la sociedad son arte y parte de la solución de la problemática ambiental del país

Sumado a lo anterior una serie de actos legislativos, decretos presidenciales, la intervención de entes departamentales como la Corporaciones Autónomas Regionales encaminadas a la preservación, conservación y cuidado del medio ambiente y a mitigar el impacto de las actividades realizadas sobre el suelo colombiano que afecten el medio ambiente y la biodiversidad. Pero en término de los profesionales del derecho Colombia es un país de leguleyos, es decir, para todo hay una norma, una ley, un decreto o acto administrativo, pero la realidad es que en

temas de legislación ambiental es más lo que está escrito que lo que se hace, so pena de que Colombia es uno de los países del mundo más rico en biodiversidad, y tiene ecosistemas que son invaluable para los colombianos y para el planeta entero.

Parque Nacional Natural Los nevados fue declarado como patrimonio de los colombianos y en sus 56 áreas protegidas se conserva el 10% de la biodiversidad del país Colombia es el primero en el mundo en diversidad de aves, segundo en diversidad de plantas y anfibios, tercero en diversidad de reptiles y palmas, y quinto en mamíferos, además somos el país que reporta el mayor número de especies de mariposas endémicas. [31]

Ahora bien el presente estudio se llevará a cabo en la Universidad Tecnológica de Pereira, específicamente en el edificio 5, Facultad de Ingeniería Industrial; por lo cual es pertinente conocer que mecanismos y dependencias del alma mater cumplen el artículo 10 de la Ley 99 de 1993, Ley ambiental y se encaminan a mitigar o resarcir el impacto ambiental generado por las actividades de la comunidad universitaria.

En primer lugar, nos encontramos el Acuerdo N° 41 emanado por el Consejo Superior de la Universidad Tecnológica de Pereira [32] en el cual se adopta la política ambiental en el claustro y se dictan otras disposiciones. Dicho acuerdo por el cual se adopta la política ambiental se plantea en su artículo segundo el siguiente objetivo: ***“Artículo segundo: Objetivo, Alcance y Aplicación: Generar en la Universidad Tecnológica de Pereira procesos educativos, tecnológicos y de cultura ambiental que promuevan el desarrollo sustentable del campus, a través de la participación activa de cada integrante de la comunidad universitaria”***¹

Para llevar dicho objetivo a cabo la universidad a través de su política ambiental la Universidad se plantea

*Formar profesionales integrales con ética ambiental, involucrar dentro de la planificación y desarrollo de sus procesos académicos y administrativos el cumplimiento de los requisitos ambientales de tipo legal y normativo. Paralelamente, implementar los planes, programas, prácticas y técnicas de gestión ambiental, que propicien acciones de sustentabilidad para la organización y la comunidad en general*²

Resaltando los antecedentes que menciona la misma política ambiental de la universidad.

1983 Creación del Jardín Botánico UTP.

1993 Creación de la Facultad de Ciencias Ambientales y el Instituto de Investigaciones Ambientales

2005 Formulación Sistema de Gestión Ambiental Jardín Botánico.

2006 Plan de Ordenamiento Territorial del Campus.
Plan de Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Especiales.
Conformación del Grupo Administrativo de Gestión Ambiental y Sanitaria (GAGAS).
2007 Certificación de la Calidad de los procesos Administrativos bajo la Norma ISO 9001.
Formulación del Plan de Manejo Ambiental.
2008 Aprobación del Plan de Desarrollo Institucional: “La Universidad que tienes en mente” e inclusión del componente: Gestión y sostenibilidad ambiental.
Programa **UTP Recicla: “El mayor aporte es tu conciencia”**.
2009 Actualización Plan de Manejo Ambiental UTP.
Modificación al GAGAS.
Formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (RESPEL) UTP.
2010 Creación de la Vicerrectoría de Responsabilidad Social y Bienestar Universitario.
Apertura del Doctorado en Ciencias Ambientales

Es decir la Universidad por medio de su máximo estamento que es el Consejo Superior pone en pro del cumplimiento de política ambiental todos los mecanismos e instrumentos de los que dispone, partiendo de un hecho clave, y es el incorporar en la formación de sus profesionales, a través de los currículos de los diferentes programas esa “ética ambiental”, de igual manera incorporar en sus procesos tanto académicos como administrativos acciones que conlleven a las sustentabilidad del campus en cuanto a medio ambiente se refiere. De igual manera se muestra una trayectoria con acciones del orden ambiental que permiten evidenciar lo que administrativamente se ha hecho para hacer frente en este campo.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. Tipo de investigación

Con la elaboración de este trabajo se pretende calcular de manera aproximada la huella ecológica generada por el edificio 5 de la Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Industrial por medio de una investigación cuantitativa y cualitativa; para la primera se tendrán en cuenta consumos de agua, energía, papel (consumo interno) y construcción de edificios; esta información se obtiene multiplicando los consumos por factores de emisión, y con relación a la investigación cualitativa se elaborarán encuestas en términos de movilidad (hábitos de transporte) y consumo de papel por parte de la comunidad universitaria (estudiantes y empleados de servicio).

Lo anterior se pretende aplicar en pregrado, jornada diurna, nocturna, postgrado (en las diferentes maestrías que están en la Facultad) y en el programa de Tecnología industrial que también hace uso del edificio. Con el fin de obtener datos para el cálculo de la huella ecológica total estimada de la Facultad y elaborar propuestas de mitigación de dicho impacto.

6.2. Fases de la investigación

6.2.1. Fase diagnóstica:

Esta fase se compone de una indagación sobre las cifras de consumo y la realización de encuestas en la Facultad de ing. Industrial, con base en las variables elegidas para la investigación. Por lo cual se harán averiguaciones sobre los datos que manejan la facultad y el instituto de investigaciones ambientales.

6.2.2. Fase de cálculo y procesamiento de la información:

Con base en los resultados de las encuestas se realiza el manejo y el cálculo correspondiente con el fin de dar respuesta a las variables y objetivos de la investigación.

6.2.3. Fase propositiva:

Con base en la los resultados de la investigación y análisis procedimental respectivo se procede a dar sugerencias y propuestas de mitigación del impacto ambiental para las diferentes variables analizadas.

7. METODOLOGÍA

Para el cálculo de la HE en el edificio 5 de la Universidad Tecnológica de Pereira se tendrá como base metodológica la “*Metodología para el Cálculo de la Huella Ecológica en Universidades*” [1]

La metodología de cálculo de la huella ecológica planteada por López tiene en consideración que los sistemas ecológicos son necesarios para la obtención de flujos de materiales y energía requeridos para la producción de cualquier tipo de producto, para la absorción de los residuos de los procesos de producción y del uso final de los productos, y para la creación de infraestructuras. [1]

Sumado a lo anterior en la revisión que se hizo de casos similares en diferentes universidades se coincide a tomar como guía de la metodología para el cálculo las consideraciones de López. La metodología plantea a la universidad como un “*sistema integrado*” con entradas y salidas que tienen un impacto ambiental en su entorno:

- Entradas asociadas al consumo de recursos naturales: combustibles fósiles (energía eléctrica, calorífica, movilidad), agua, materiales (construcción de edificios) y papel.
- Salidas: Emisiones CO₂ y residuos sólidos.

La metodología se adaptó a las necesidades de la investigación e influyó mucho la información tanto directa como indirecta a la que se pudo acceder para los cálculos de las variables que a continuación se relacionan.

Tabla 2: Variables consideradas para el cálculo de la huella ecológica

Consumos (entradas)	Producción (Salidas)
<ul style="list-style-type: none">• Agua• Construcción de edificios• Energía Eléctrica• Papel• Movilidad	<ul style="list-style-type: none">• CO₂• Residuos sólidos (Peligrosos y no peligrosos)

Fuente: elaboración a partir de [1]

Tabla 3: Variables Seleccionados para el estudio

Variable	Consumo/uso/generación
<ul style="list-style-type: none">• Agua• Construcción de edificios• Energía Eléctrica• Papel	<ul style="list-style-type: none">• Agua potable• Materiales para la construcción• Consumo de energía• Consumo de papel por parte del personal docente y estudiantes
<ul style="list-style-type: none">• Movilidad	<ul style="list-style-type: none">• Transporte público y particular

Fuente: elaboración a partir de [1]

A cada variable le fue calculada las emisiones de CO₂ con el fin de conocer su contribución de recursos naturales, de igual manera se calculó la cantidad de hectáreas de bosque necesarias para absorber dicha producción de CO₂ para así profundizar en el análisis y enfatizar con más argumentos la generación de propuestas de mitigación.

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ a partir de la información obtenida de las diferentes fuentes (primarias y secundarias) se tuvo en cuenta dos consideraciones.

1. Cálculo directo: este cálculo aplicó para las variables, agua, energía eléctrica, construcción de edificios, alimento, consumo de papel y residuos sólidos. Esto debido a que estos datos de consumo se obtuvieron con información secundaria. Su cálculo se basa en obtener el producto de los factores de emisión por los consumos obtenidos.
2. Calculo indirecto: este cálculo se aplicó para las variables movilidad y consumo de papel (sólo para la población estudiantes) a través de información primaria, mediante el método de encuesta con rigores estadísticos.

Posteriormente se elaboró un cálculo aproximado de la capacidad de captura de CO₂ por parte del bosque del campus de la Universidad tecnológica de Pereira. Se calcula el área local de bosque requerida para absorber el CO₂ producido por el consumo de recursos y la producción de residuos mencionados anteriormente. A partir de la cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera, dividiendo por la capacidad de fijación de la masa forestal, se obtiene la superficie de bosque requerida. A esta cantidad de bosque se sumará directamente el espacio ocupado por el edificio objeto de estudio. [1].

Teniendo en cuenta lo anterior la huella ecológica se calculará con base en la siguiente ecuación.

$$\text{Huella} \left(\frac{ha}{año} \right) = \frac{\text{Emisiones} (ton CO_2)}{\text{C. Fijación} \left(\frac{ton CO_2}{\left(\frac{ha}{año} \right)} \right)} + \text{Superficie Edificio} \left(\frac{ha}{año} \right) \quad [E.1]$$

Fuente: elaboración a partir de [1]

Dónde:

- Emisiones (ton CO₂): cantidad de toneladas de CO₂ emitidas en el periodo de evaluación
- C. Fijación: Fijación media para un terreno forestal, que se acumula en biomasa y suelo
- Superficie Edificio: Área ocupada por el edificio

Debido a que no se tiene datos en las investigaciones previas sobre los factores de equivalencia, que son los que traducen un tipo específico de terreno en la unidad universal para el área productiva (hag). Se hará referencia los citados desde el documento *WWF, Informe Planeta Vivo 2006* [1]

Tabla 4: Factores de Equivalencia

TIPO ÁREA	FACTOR DE EQUIVALENCIA (hag/ha)
Agricultura (tierras principales)	2.21
Agricultura (tierras Marginales)	1.79
Bosques	1.34
Ganadería	0.49
Pesca (aguas marinas)	0.36
Pesca (aguas continentales)	0.36
Artificializado	2.21

Fuente: WWF, Informe Planeta Vivo 2006, tomado de [1]

7.1. Diferentes cálculos de emisiones de CO₂

7.1.1. Cálculo directo

Se aplica para los datos de consumo conocidos realizando el producto del consumo por los factores de emisión de acuerdo a la ecuación [E.2]

$$Emisiones (KgCO_2) = Consumo (un). FactorEmisión \left(\frac{KgCO_2}{un} \right) \quad [E.2]$$

Fuente: [1]

Dónde:

- (un) corresponde a la unidad de consumo.
- Factor Emisión: Factor de emisión de la variable analizada

Se debe tener en cuenta la recomendación de [7] en cuanto a los factores de emisión. Estos pueden ser estimados a partir de información local, regional o global, sin embargo siempre se debe dar prioridad a los factores de emisión local ya que se logra una mayor precisión en el cálculo de las variables y los resultados representan una realidad más fiel al entorno donde se realiza el estudio.

Para el caso concreto de esta investigación mediante la recolección de información se logró acceder a algunos factores locales y regionales, sin embargo, otros fueron tomados de investigaciones realizadas a nivel global ya que no se contó con estudios nacionales y eran necesarios para el cálculo de las emisiones de CO₂ y el análisis del impacto de la HE.

Para el caso de construcción de edificios los datos de consumo deberán ser adaptados antes de aplicar el factor de emisión. Se debe tener en cuenta que la vida útil de los edificios es de 50 años (Álvarez, 2008), ya que es el tiempo que se estima que transcurre sin que sea necesario realizar obras de acondicionamiento de envergadura suficiente como para modificar el valor del factor.

7.1.2. Cálculo Indirecto

Para hallar los valores de las variables de movilidad (estudiantes, administrativos, docentes, vigilantes y aseo) y consumo de papel (estudiantes, docentes y administrativos) se realizaron encuestas a una cantidad representativa de miembros de cada uno de los grupos. Una vez obtenidos los datos se aplicarán los factores de emisión.

Para el estudio de Huella Ecológica es necesario disponer de datos relativos a la totalidad de la universidad por lo que se emplean los factores de extrapolación sobre los valores obtenidos a partir de encuestas realizadas a una cantidad estadísticamente representativa de miembros de la universidad. Se realizan las siguientes transformaciones.

$$Valor_{Facultad} = F. Extrapolación . Valor_{encuesta} \quad [E.3]$$

$$F. Extrapolación = \frac{Población}{Individuos_Muestra}$$

Fuente: [1]

Otro aspecto a tener en cuenta es que a lo largo del estudio las referencias temporales se hacen a un año natural. Sin embargo, algunos datos de las encuestas están referidos a días de actividad docente. Por estas razones, hay que contabilizar el número de días de actividad efectiva (docente) de la facultad a lo largo del año. [1].

7.1.2.1. Población y muestra

Para conocer los hábitos de movilidad y el consumo de papel (estudiantes) de la población de la Facultad de Ingeniería Industrial (edificio 5) se requirió de una encuesta estratificada, en la cual se clasificó la población en cuatro actores principales:

- Estudiantes

- Docentes
- Administrativos
- Vigilancia y Aseo

Para obtener información sobre la comunidad universitaria se obtuvo la población total de los estudiantes matriculados para el primer semestre del año 2017 por medio del Boletín Estadístico publicado en la página oficial de la Universidad Tecnológica de Pereira y previa validación con la decanatura de la Facultad de Ingeniería Industrial y la dirección del programa de Tecnología Industrial.

En el caso de la población de Docentes, Administrativos, Vigilancia y Aseo para el primer semestre de 2017, se solicitó formalmente a la decanatura la respectiva base de datos.

7.1.2.2. Definición de la muestra

Se aplicaron los parámetros estadísticos del muestreo estratificado para determinar la muestra de la cantidad de miembros por estrato a encuestar. Con un nivel de confianza del 95% y un error de estimación del 5%. De acuerdo a la Ecuación [E.4]

$$n = \frac{N * Z^2 * \sum_{i=1}^L w_i * p_i * q_i}{N * \epsilon^2 + Z^2 * \sum_{i=1}^L w_i * p_i * q_i} \quad [E.4]$$

Dónde:

W_i : Es el peso para cada estrato

σ_i^2 : Varianza Poblacional para cada estrato

$D = \frac{B^2}{4}$: Cuando se estiman a μ

De acuerdo a lo anteriormente expuesto y con referencia en las bases de datos suministradas por los diferentes programas y teniendo como referencia también la página de estadísticos que maneja la universidad se tiene lo siguiente.

Tabla 5: Población de estudiantes y docentes de los programas objeto de estudio

ESTUDIANTES		
Clasificación	Población	Muestra
Estudiantes Jornada Diurna	1717	206
Estudiantes Jornada Especial	846	102
Estudiantes Posgrado	384	46
TOTAL	2947	354

Fuente: Elaboración propia

DOCENTES		
Clasificación	Población	Muestra
Docente de planta	27	21
Docente transitorio	16	12
Docente catedrático	98	73
TOTAL	141	106

Fuente: Elaboración propia.

POBLACIÓN		
	Población	Muestra
Estudiantes	2947	353
Docentes	141	95
Personal administrativo y aseo	12	Censo
TOTAL	3099	460

Fuente: Elaboración propia.

7.1.2.3. Diseño de la encuesta

El objetivo de la encuesta era reconocer los hábitos de movilidad y consumo de papel de la población de estudiantes y personal administrativo únicamente, de la población de docentes no se requirió, esto debido a que se contaba con el seguimiento que se hace desde los programas a la cantidad de fotocopias autorizadas al docente y además se contaba con el registro de la cantidad de hojas parcial pedidas por los mismos para tal efecto.

La encuesta consta de tres partes. En esencia la encuesta es la misma sólo que debido al estrato al que se fuera a analizar varía el comportamiento. La encuesta se llevó a cabo de manera virtual utilizando la herramienta *Formularios de Google*. La misma fue difundida desde la dirección de los diferentes programas a sus estudiantes, Programa de ingeniería industrial, Programa de tecnología industrial, y desde la dirección de las 4 maestrías con que cuenta la facultad, previa conocimiento por parte de los directores de cada programa de las preguntas a realizar y con la autorización manifiesta de los mismos. Cabe resaltar que en link de la encuesta fue difundida desde los correos institucionales de cada programa.

Al personal administrativo y docente se le aplicó censo de manera presencial, debido a que su población es pequeña

En general la encuesta contiene:

- Información General: Donde se preguntaba por el programa de pregrado que se estudiaba, al igual que la facultad a la que se pertenecía, el semestre y la fecha en que se realizó la encuesta.
- Hábitos de movilidad: Donde se indagaba por el barrio en que vive el encuestado, el medio de transporte que utilizaba, el número de desplazamientos que realizaba, el cilindraje del vehículo particular, el nivel de ocupación y el combustible utilizado.
- Hábitos de consumo de papel: donde se indagaba por el número de hojas tanto de cuaderno como de impresiones y fotocopias que consumían los estudiantes a la semana, igual las hojas consumidas por docentes y administrativos en actividades inherentes a sus labores. A todos los actores se les indagó por el porcentaje de papel que reciclaban.

Ver Anexo 1, 2 y 3. (Formatos de Encuesta por cada población)

7.2. Cálculo de emisiones de CO₂ asociado a las variables seleccionadas

7.2.1. Energía

El consumo de energía es fundamental en el análisis de la Huella Ecológica ya que gran parte de las actividades al interior de la Facultad tienen como fuente un consumo energético, necesario para el desarrollo adecuado de las mismas. El consumo de energía es uno de los aspectos fundamentales a considerar en

cualquier estrategia de eco eficiencia y en acciones para disminuir emisiones de GEI, de ahí la importancia de su estimación.

Para poder calcular las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía se debe primero hallar el factor de emisión de energía (FEE) que está asociado a las emisiones de CO₂ provenientes del consumo de combustible dividida entre la cantidad de energía utilizada.

$$\text{Factor de emisión} \left(\frac{\text{ton } CO_2}{Kwh} \right) = \frac{\text{Emisiones IGTE}(\text{ton } CO_2)}{\text{Consumo de energía}(Kwh)} \quad [E.5]$$

Fuente: [33]

Para el caso de Colombia, La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) que es la encargada de la planeación integral del sector minero energético y la evaluación de la oferta y demanda de energía realizó un diagnóstico del Sistema Interconectado Nacional de Colombia (S.I.N) y calculó un factor de emisión en el país para el año 2014 que “permite estimar las emisiones de GEI asociadas a la generación o al desplazamiento de energía eléctrica de dicha red” [33]

Este factor de emisión, ver Tabla 6, se utilizó en la presente investigación y cabe resaltar que este es el factor de emisión más reciente del que se tiene referencia.

Tabla 6: Factor de emisión para huella de Energía

FACTOR DE EMISION PARA HUELLA DE CARBONO		
Σ EGm y *EFEL m y	12.503.375	ton CO ₂
Generación Neta de Energía Total	64.327.855	MWh
Factor de Emisión	0.194	ton CO₂/ MWh

Fuente: elaboración a partir de [34]

Dónde:

- EGm: Energía neta entregada a la red por cada unidad de generación m en el año y (MWh)
- EFEL m: Factor de emisión de las unidades de generación m en el año y (t CO₂/MWh)

- m: Todas las unidades de generación incluidas en el margen de construcción
- y: El año histórico más reciente para el que los datos de generación de electricidad están disponibles

De acuerdo a lo anterior el Factor de Emisión de Energía que se va a utilizar para el cálculo de las variables es **0,194 ton CO₂/MWh**.

El cual es equivalente a: **0,000194 t CO₂/KWh**

La información del consumo de energía en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira fue construida a partir de los valores de referencia del sistema de iluminación que utilizan, esto debido a que la universidad no tiene hasta el momento dato sobre el consumo de energía por edificios. Para el caso en análisis se determinó la cantidad de luminarias en el edificio (Ver anexo 5). Se estimará un consumo de 40W por luminaria

De igual manera en la facultad se cuenta con en los diferentes salones y oficinas con un total de **130** computadores los cuales también serán tenidos en cuenta para el cálculo del consumo de energía ya que son de uso casi constante. El consumo normal promedio de un computador teniendo en cuenta sus tiempos de apagado y encendido es de 0,5894 KWh en un día. Las actividades de la facultad son normalmente durante un período académico en un día van desde las 07:00 am hasta las 22:00 pm de lunes a sábado. Por lo cual se hay una actividad de 7 días a la semana, 15 horas/ día.

El periodo al que se le realizó el cálculo va desde el mes de Febrero hasta el mes de Junio del año 2017 (primer semestre) donde normalmente se laboran 16 semanas de clases, más 4 para preparar y presentar parciales, para un total de 20 semanas (5 meses). Así obtenemos para este periodo un consumo total de **31.443 kWh** en un semestre.

Con el factor de emisión de energía y el consumo de la misma fue posible calcular las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira para el primer semestre del año 2017 equivalente a: **6,1 t CO₂/KWh**

7.2.2. Agua

Para el cálculo de CO₂ asociado al consumo de agua en la facultad se consideró la cantidad de energía que se consume tanto en el proceso de potabilización como en el de depuración, estos dos componentes son insumos relacionados en el ciclo integral del agua. Cada litro de agua supone un alto coste energético y aunque con el cálculo de esta investigación no se pudo tener en cuenta todo el ciclo por el difícil acceso y la poca información nacional respecto a la Huella Ecológica del agua, se hace un acercamiento importante que permite el análisis del impacto generado en la Facultad de Ingeniería Industrial.

En la etapa de búsqueda de información no se tuvo acceso a la cantidad de energía que requieren los procesos de potabilización y depuración debido a que las empresas prestadoras de servicios no contaban con estos datos cuando fue solicitada la información y de igual forma no se encontró registro de datos en ningún otro informe nacional. Por lo tanto para la investigación se emplearon los mismos datos de consumo energético utilizados para el tratamiento de agua de la Universidad Santiago de Compostella.

Con esto, los gastos energéticos que se tendrán en cuenta en el proceso de tratamiento de agua residual y agua potable son:

- **Depuración** (Kwh/m³): 0,25
- **Potabilización** (Kwh/m³): 0.09

El periodo al que se le realizó el cálculo va desde el mes de Febrero hasta el mes de Junio del año 2017. Debido a que la división de servicios de la universidad no cuenta con datos sobre el consumo por edificio, sólo tiene datos del consumo total de la universidad. Se recurrió a los datos de consumo per cápita de agua en la ciudad de Pereira para así estimar el consumo de las personas que emplean el edificio. Se tomó como valor referencia los datos de la investigación de [35]. La cual estima que el consumo promedio de agua de una persona al día es aproximadamente **197 Litros** día o entre 5 y 6 metros cúbicos por mes.

De acuerdo a los datos obtenidos por la decanatura de la facultad, así como de las direcciones de las diferentes maestrías, en total hacen uso del edificio alrededor de 3.123 personas entre estudiantes, docentes y administrativos.

Con esto y el factor de emisión asociado a la energía calculado anteriormente, 0,000194 Ton Co₂/Kwh, es posible estimar las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de agua en el edificio equivalente a: **0,34 t CO₂/m³**

7.2.3. Espacio construido

La construcción de edificios y la industria asociada a los materiales básicos de construcción generan impactos muy significativos en el medio ambiente. Estos impactos se producen desde la extracción de las materias primas, pasando por los procesos industriales necesarios para la transformación de algunos de ellos, el transporte de los mismos, en la construcción de las edificaciones, el mantenimiento durante la vida útil y finaliza con los desechos generados en la demolición de las construcciones.

Con lo anterior se evidencia la complejidad en el ciclo para poder realizar edificaciones y todas las fases que se deberían tener en cuenta para analizar los impactos generados en la construcción del campus universitario.

Para calcular los principales utilizados en el edificio 5, edificación en análisis, se contó con la colaboración de la oficina de planeación. Donde a la luz de los materiales básicos del Edificio 15 bloque C (centro de innovación y desarrollo tecnológico CIDT), el cual recién culminó construcción. De los materiales totales se hizo énfasis en aquellos estructurales y básicos en una edificación como son el acero, arena, cemento, ladrillo, gravilla y tubería; y otros de adecuación como madera, pintura y vidrio. En el Anexo 3 se muestra la lista y cantidad total de materiales seleccionados.

Así se calcularon los m² de cada material necesario para la construcción del edificio, asumiendo que los otros edificios del campus universitario requieren de la misma cantidad por metro cuadrado.

Los factores de emisión de CO₂ de cada uno de los materiales de construcción seleccionados fueron adoptados del “Informe final. Contrato entre Ecoingeniería S.A.S y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD”, presentado por La Unidad de Planeación Minero Energética UPME. [36]

Lo importante de estos factores calculados en el informe es que a las emisiones de CO₂ asociados a la producción de materiales de construcción se les hace un análisis que abarca tres fases del ciclo de construcción:

- Consumos energéticos por extracción de materia prima
- Consumo energético y emisiones de CO₂ en el proceso industrial, y
- Consumo energético y emisiones de CO₂ asociadas al transporte para distribución del producto terminado y escombros.

Con el cual se tiene un total de emisiones de CO₂ y consumo de energía que se aproxima de forma más real al verdadero impacto realizado por la construcción de edificios. En el Anexo 9 se aprecia cada una de las cantidades de materiales y el respectivo factor de emisión, con lo que se puede calcular las toneladas de CO₂ que se emiten en la construcción de un m² y que corresponden a: **0,432 t CO₂/m²**

Posteriormente se aplica en valor calculado a la cantidad de m² del edificio 5, que suman un total de 2.717,37 m², y teniendo en cuenta una vida útil de 50 años para la edificación, con lo que hallamos la huella ecológica del espacio construido (ver anexo #) equivalente a: **11,74 t CO₂**

7.2.4. Movilidad

Al aplicar la encuesta estratificada para conocer los hábitos de movilidad se conocieron los kilómetros recorridos por el encuestado en relación al número de desplazamientos que realizaba. Las distancias son un estimativo a los recorridos realizados, para esto se utilizó como herramienta “Google Earth”, por medio del cual se obtuvo los kilómetros totales entre el barrio de residencia de cada encuestado hasta el campus de la Universidad Tecnológica de Pereira. Para tener un valor más exacto se basó el recorrido en las vías normalmente transitadas hasta el campus y en el caso del transporte público las rutas de los buses.

Después de calcular los kilómetros recorridos por cada tipo de transporte se necesita conocer el tipo de combustible: gasolina, diésel y gas natural consumido por el vehículo en que se transporta. De acuerdo al informe “Cálculo de la Reducción Estimada de Emisiones de CO₂ – Barranquilla” realizado por Transmetro en el año 2006, el consumo de combustible es igual a:

$$\begin{aligned} \text{Consumo de Combustible} & \quad [E.6] \\ &= Km \text{ recorridos} * Rendimiento \text{ Combustible} \end{aligned}$$

Fuente: [1]

Del informe mencionado se utilizaron los rendimientos para el transporte público: bus y taxi; y el rendimiento de las motocicletas, ya que no se contó con el consumo de combustible por kilómetros de motos por parte de las marcas que las fabrican:

- Servicio de Transporte Público, MIO y Taxi:
 - Gasolina: 0.53 Lt/Km
 - Diesel: 0.33 Lt/Km
 - GNC: 0.25 m³/Km
- Motocicleta, de acuerdo al cilindraje:
 - Cilindraje menor a 100: 0.026 Lt/Km
 - Cilindraje mayor a 100: 0.032 Lt/Km

Para el rendimiento de los vehículos se obtuvo el dato de clasificar los cilindrajes en tres grupos, esto basado en el informe de Transmetro. Se indagaron los rendimientos de diferentes cilindrajes y clases de automóviles en cada grupo para obtener un promedio de litros de combustible consumido por kilómetro recorrido. Estos datos se obtuvieron de las páginas oficiales de las principales fábricas automovilísticas y teniendo en cuenta los modelos que más se compran en el país, dando como resultado:

- Automóvil Particular, de acuerdo al cilindraje:
 - Cilindraje menor a 1.400: 0.640 Lt/Km
 - Cilindraje entre 1.400 - 2.000: 0.081 Lt/Km
 - Cilindraje mayor a 2.000: 0.104 Lt/Km

Al tener el consumo de combustible para cada uno de los tipos de transporte es posible calcular las emisiones de CO₂ asociadas a la movilidad de la comunidad universitaria. Basados en el Informe de Transmetro del 2006 las emisiones de CO₂ se pueden calcular así:

$$Emisiones\ CO_2 = Consumo\ de\ Combustible * Factor\ Emisión\ de\ CO_2$$

[E.7]

Fuente: [1]

Los factores de emisión del informe de Transmetro no son nacionales, en este se hace uso de emisiones de CO₂ de estudios internacionales asociadas al tipo de combustible. Esto es importante aclararlo porque al no contar con información de carácter nacional las emisiones pueden no ser exactas con las condiciones locales.

Se intentó tener como factor de emisión estudios en el país sobre emisiones de CO₂ por tipo de combustibles, pero todos los temas relacionados que se encontraron hacen referencia a estudios internacionales. Por lo que se adoptan los mismos valores utilizados por Transmetro, los cuales fueron calculados por Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, y corresponden a:

- Gasolina: 0.002114 Ton CO₂/Lt
- Diesel: 0.003 Ton CO₂/Lt
- GNC: 0.002006 Ton CO₂/m³

Con lo anterior, las emisiones de CO₂ calculadas según el tipo de transporte deben ir relacionadas con el nivel de ocupación del vehículo en que se hace el recorrido.

Para buses y taxis se asume un nivel de ocupación del 50%, al tener en cuenta que en las horas pico la mayoría de buses tienen un nivel de ocupación del 100%, pero que en otros horarios baja considerablemente. Para los automóviles se asume el nivel de ocupación propuesto por [1] en la metodología de Cálculo de Huella Ecológica en Universidades que corresponde a:

Tabla 7: Nivel de ocupación del vehículo

Ocupación	Número de Personas
100%	5
75%	4
50%	3
25%	1-2

Fuente: elaboración a partir de [1]

Tabla 8: Emisiones de CO₂ de acuerdo al nivel de ocupación

	Nivel de Ocupación (%)			
	25	50	75	100
(kg CO ₂ /km)	0,20	0,10	0,07	0,05

Fuente: elaboración a partir de [1]

De lo anterior se tiene que las emisiones de CO₂ asociadas a la variable movilidad por parte de la comunidad universitaria de la Facultad de Ingeniería Industrial para el semestre 2017-1 son de: **293,5 t CO₂**

7.2.5. Consumo de Papel

Para conocer el consumo de papel por parte de la comunidad universitaria se realizó una encuesta estratificada donde se indagó por los hábitos en el uso del papel fuera del campus relacionado a las actividades universitarias de los distintos actores (estudiantes, docentes, administrativos, aseo y vigilancia), para conocer el consumo interno se tuvo en cuenta el papel utilizado por todas las fotocopadoras dentro del campus, los puntos donde estudiantes imprimen trabajos (informales) y por último la información de consumo de papel anual del 2015, tanto para administrativos como docentes, entregada por “Almacén y Publicaciones” del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Es válido mencionar que el consumo calculado a partir de las encuestas puede no reflejar el total del consumo de los actores, ya que muchos no tienen un cálculo de la cantidad exacta de papel que utilizan realmente para las actividades académicas o por razones personales pueden no decir el verdadero consumo de papel aun siendo conscientes de este.

Así, la cantidad total de papel consumido para el semestre 2017-1 asociado a las actividades universitarias y académicas por parte de los integrantes de la de la Facultad de Ingeniería Industrial es de: **4,49 t**

Cuando se tiene el consumo de papel total, es necesario conocer el factor de emisión de CO₂ asociado al consumo de papel. Para calcularlo se utilizó el requerimiento energético para la fabricación de una tonelada de papel: 0,09 MWh/t del informe “Determinación de la Eficiencia Energética del Subsector Industrial de Pulpa y Papel” [33] en Colombia y el factor de emisión de energía eléctrica 0,000194 t CO₂ / kWh, dando como resultado un factor de emisión de consumo de papel de: **0,1746 t CO₂/kWh**

Con el factor de emisión de CO₂ asociado a la producción del papel y siguiendo la metodología se puede aplicar este al consumo de papel en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira para obtener las emisiones de CO₂ para el semestre 2017-1, que equivalen a: **0,785 t CO₂**

7.2.6. Capacidad de Captura de CO₂ del Bosque de la Universidad Tecnológica de Pereira

La Universidad Tecnológica de Pereira se encuentra ubicada en la zona suroriental del perímetro urbano del Municipio de Pereira, formando parte de la Comuna Universidad y también de la Cuenca del río Consotá y del río La vieja.

Dentro del campus universitario se encuentra el Jardín Botánico, un área de 122.844,70 metros cuadrados* que alberga una gran variedad de especies de flora y fauna, y que como principal función tiene la protección y conservación de las especies nativas del bosque andino, muchas de las cuales se encuentran en categoría de amenaza.

El Jardín Botánico y las áreas de bosque de la Universidad cuentan con una altura entre 1450 a 1470 msnm, temperatura media anual de 20°C, precipitación media anual de 2300 mm, brillo solar de 1562 h/año, humedad relativa de 72% y se encuentra en la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Premontano. Así mismo estas áreas se articulan al Corredor Ambiental Consotá, unidad de alta importancia para la acción ambiental; constituyendo así un área estratégica en términos ambientales, de paisajismo, biodiversidad y espacio público en el municipio. [37]

En la actualidad hay estudios de capacidad de captura de la guadua angustifolia que es una de las especies más representativas en el bosque, pero ningún estudio sobre otras especies por lo que al seleccionar ese valor no se tendría en cuenta más de 300 especies arbóreas que según muestreos realizados por el jardín botánico existen en el bosque de la universidad en un total de 34,52 ha.

También es importante aclarar que la capacidad de captura de un bosque está relacionada directamente con la edad, densidad (biomasa) y manejo que se haga del mismo, teniendo como resultado una mayor o menor eficiencia de los bosques como sumidero de Carbono y Dióxido de Carbono. Los bosques pueden ser fuentes así como sumideros de gases de efecto invernadero. Los ecosistemas forestales también son un reservorio considerable de carbono. Contienen más del 80 por ciento del carbono global de las superficies. Sin embargo, las acciones que incluyen bosques están relacionadas con estas tres categorías: fuentes, sumideros y reservorios.

Para determinar la cantidad de CO₂ asimilada a partir de un promedio de 1,5 t C/ha/año capturado fue necesario emplear el factor de equivalencia: 3,67; esto es el contenido en toneladas de dióxido de carbono por cada tonelada de carbono. Con lo anterior se tiene una capacidad de captura del bosque universitario de: **5,51 t CO₂ /ha/año**

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1. Emisiones generales de CO₂

Para una facultad como lo es la de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira es de vital importancia conocer el impacto que están generando en el medio ambiente. El motivo, con base en conocer su impacto ambiental (huella ecológica) se pueden tomar medidas de forma y de fondo de cara a mitigar el impacto que se está generando.

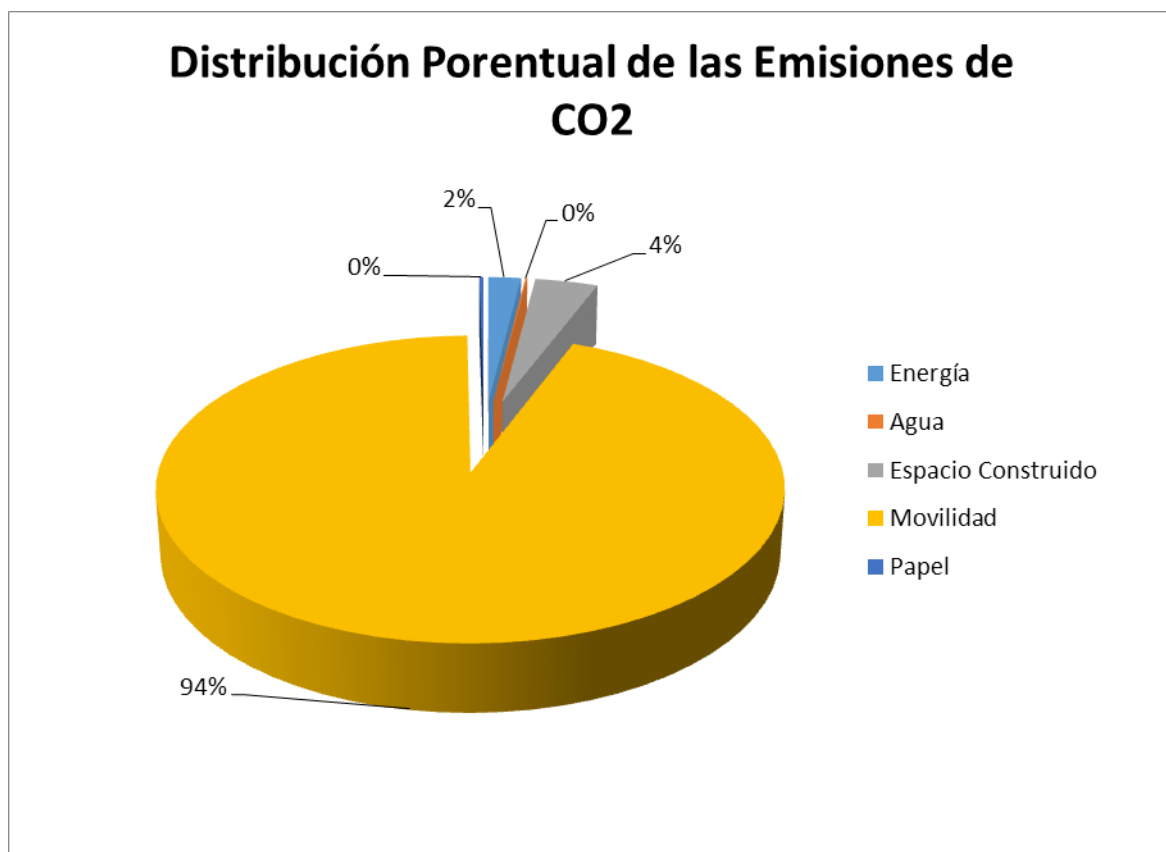
En ese orden de ideas cobran toda importancia los cálculos aquí presentados, partiendo del hecho de que aquello que no se conoce no se puede controlar. Ahora la facultad de Ingeniería Industrial conoce su impacto en emisiones de CO₂ de acuerdo a las variables analizadas para el periodo académico 2017-1 son:

Tabla 9: Emisiones de CO₂ por tipo de variable

Variable	Emisiones de CO ₂ (t/semestre)
Energía	6,1
Agua	0,34
Espacio Construido	11,74
Movilidad	293
Consumo de Papel	0,79
TOTAL	311,97

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: Distribución Porcentual de las emisiones de CO₂



Fuente: Elaboración propia

La tabla 9 nos muestra que semestralmente la Facultad de Ingeniería industrial está produciendo un total de aproximado de 312 toneladas de CO₂. Del gráfico xx se puede observar que la variable que contribuye mayoritariamente a las emisiones de CO₂ es la variable movilidad. Esto era de esperarse debido a lo consultado.

También se concluye que el espacio construido y el consumo de energía junto con la movilidad conforman las tres variables que más emisiones de CO₂ producen con 4%, 2% y 94% respectivamente. Si bien el consumo de papel y el de agua son las que menos aportan con 0,79 y 0,34 toneladas generadas cada semestre es importante su análisis e inclusión en la visión de un campus sustentable.

Considerando que el número de la comunidad universitaria que se tuvo en cuenta para el análisis de las variables fue de 3099 personas aproximadamente, distribuida

en los diferentes estrados. Se puede afirmar que las emisiones de CO₂ per cápita por miembro de la facultad son de 0,1 toneladas semestrales por persona.

A continuación, se analiza de forma individual las variables a las que se le estimaron las emisiones de CO₂ para poder profundizar en los resultados que se obtuvieron y entender los procesos asociados a las variables.

8.2. Emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía

El consumo de energía eléctrica representa uno de los mayores aportes de emisiones de la Facultad. Esta variable se esperaba fuera significativa en cuanto a emisiones de CO₂ debido a que la energía eléctrica es necesaria para el funcionamiento adecuado de muchas de las actividades de la facultad, que abarcan tanto jornadas diurnas como nocturnas.

Tabla 10: Consumo de energía y emisiones de CO₂ per cápita

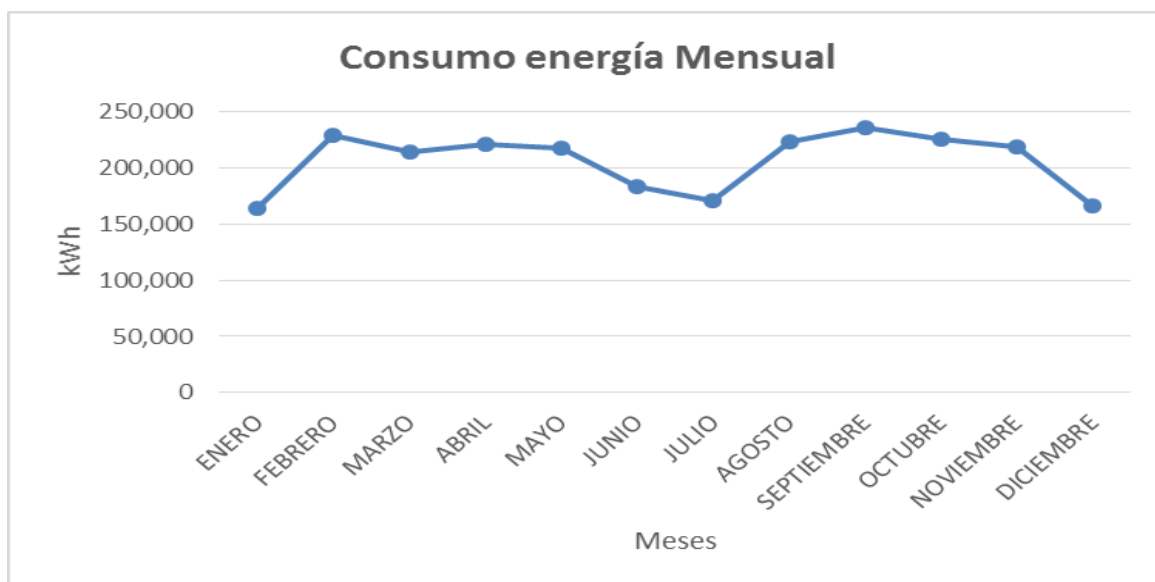
Consumo de energía	Consumo de energía per cápita	Emisiones CO ₂ per cápita
31.443 kWh/semestre	10.15 kWh/persona/semestre	0.002 t CO ₂ /persona /semestre

Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla 10 las emisiones per cápita son de **0,002 t CO₂/persona/semestre** representando un porcentaje total de emisiones del 2% dentro de las emisoras de la facultad.

Los datos proporcionados por el centro de gestión ambiental, la Dependencia encargada del monitoreo del consumo de la energía, agua y residuos en la Universidad Tecnológica de Pereira, fueron entregados por el consumo mes a mes para el año 2016, esto se debe a que la Universidad cuenta con un medidor único de consumo de energía para todo el campus; por lo que no se puede analizar que Facultad o Dependencia consume mayor energía y ahondar en el comportamiento que deriva en un alto consumo de una Facultad frente a otra. De la misma forma se hace difícil plantear iniciativas para reducir el consumo cuando solo se tiene información general. Por tal motivo se debió recurrir a un análisis más personalizado de la facultad en cuanto a la cantidad de equipos de oficina.

Gráfico 3: Consumo de Energía mensual del campus Universitario



Fuente: elaboración propia a partir de Centro de Gestión Ambiental UTP

En el gráfico 3 se aprecia que los meses de menos consumo de energía son Enero y Diciembre, esto debido a que en este periodo de tiempo ya se ha finalizado semestre por lo que la mayoría de estudiantes no reciben clases, a excepción de los que se matriculan en cursos intersemestrales reduciéndose así las actividades tanto docentes como administrativas dentro del campus universitario. Lo cual debe aplicar para por analogía para las actividades de la facultad de Ingeniería industrial.

8.3. Emisiones de CO₂ asociadas al consumo de agua

El consumo de agua, un recurso natural tan esencial en las dinámicas de los ecosistemas y vital en actividades básicas como alimentación y aseo personal dentro del campus es la variable que menos emisiones de CO₂ aporta a las emisiones de la facultad.

Esta variable en particular se asoció al factor de consumo de energía, de esta forma se determinaron las emisiones asociadas al consumo de agua, para otros procesos como depuración y potabilización no se pudo contar con información local ni nacional por lo que se adoptaron factores de emisión internacionales para hallar las emisiones de CO₂. Por esta razón puede que los resultados no reflejen el impacto o emisiones reales asociadas al consumo de este recurso.

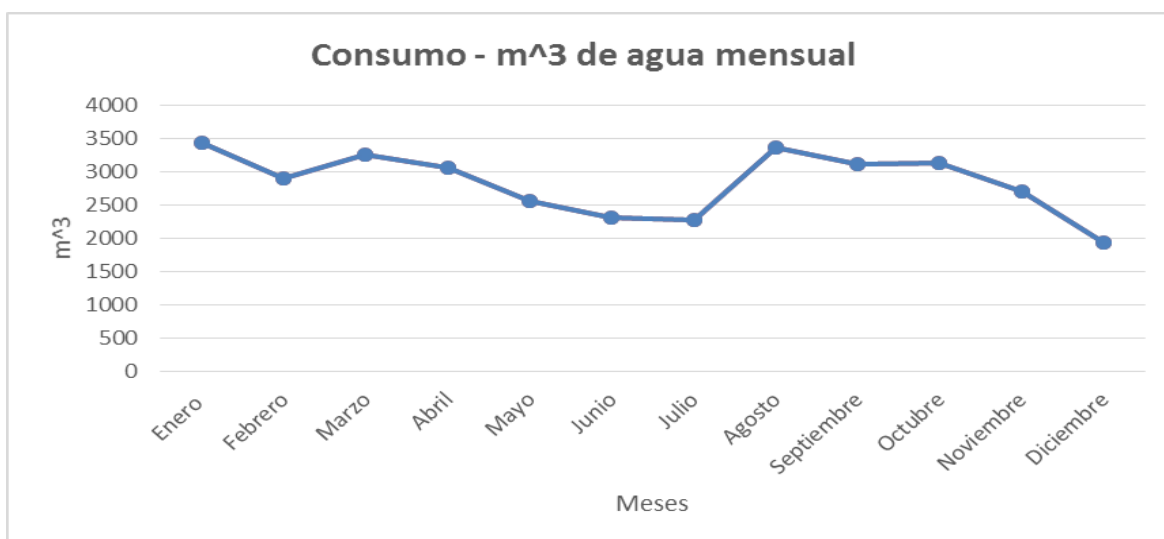
Tabla 11: Consumo de agua y emisiones de CO₂ per cápita

Consumo de Agua	Consumo de Agua per cápita	Emisiones CO ₂ per cápita
15.495 m ³ /semestre	5 m ³ /persona/semestre	0.00011 t CO ₂ /persona /semestre

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 11, el consumo per cápita es de **5 m³** con unas emisiones de **0,0001 t CO₂** anuales por persona.

Gráfico 4: Consumo de Agua mensual del campus Universitario



Fuente: elaboración propia a partir de Centro de Gestion Ambiental UTP

Como ocurre con el consumo de energía, solo se tiene un contador para cuantificar el consumo de agua en todo el campo universitario, lo que imposibilita un análisis para Facultad y así conocer en detalle que actividades relacionadas a este recurso están generando mayor consumo. De igual manera se puede observar que en el campus los meses de menor Consumo con Julio y Diciembre, lo que corresponde de nuevo a los periodos de receso (vacaciones).

Las emisiones de esta variable no son tan significativas como las de otras lo que sugiere que se está haciendo un uso más o bien no se conoce a profundidad la realidad de esta variable. Algunos baños de la Faculta cuentan con tanques

ahorradores de agua, que descargan agua según el uso que se hace del servicio, lo que puede tener repercusión en el consumo mensual. Así como lavamos ahorradores.

8.4. Emisiones de CO₂ asociadas al espacio construido

Las emisiones asociadas al espacio construido se hallaron al calcular la cantidad de materiales básicos requeridos para construir un metro cuadrado de edificación. Por esto se seleccionaron los materiales de construcción principales en una edificación de la Universidad Tecnológica de Pereira que correspondió al Edificio 15 bloque C, que ya finalizó proceso de construcción.

Cuando se obtuvo la cantidad de material por metro cuadrado se relacionó con las emisiones de CO₂ en el ciclo del material que abarcaba: materia prima, proceso industrial y transporte de materiales, para calcular el total de Dióxido de Carbono emitido por cada metro cuadrado construido. Cuando se haya ese valor correspondiente a 29.523,20 toneladas de CO₂ por metro cuadrado se calcula en relación a la vida útil de una edificación que según la literatura y la metodología propuesta por Noelia López corresponde a 50 años.

Con lo anterior se obtiene que el edificio 5 (facultad de ingeniería industrial) aporta un total de emisiones semestrales de **11,74 t CO₂** que corresponden al 4% de la totalidad de CO₂ calculada en la presente investigación.

Es importante mencionar que no todos los materiales de construcción se pudieron calcular y no se tiene en cuenta los materiales asociados a remodelaciones en los edificios por lo que el valor del CO₂ y la contribución del espacio construido a las emisiones totales de Dióxido de Carbono pueden ser mayores a las calculadas.

8.5. Emisiones de CO₂ asociadas a la movilidad

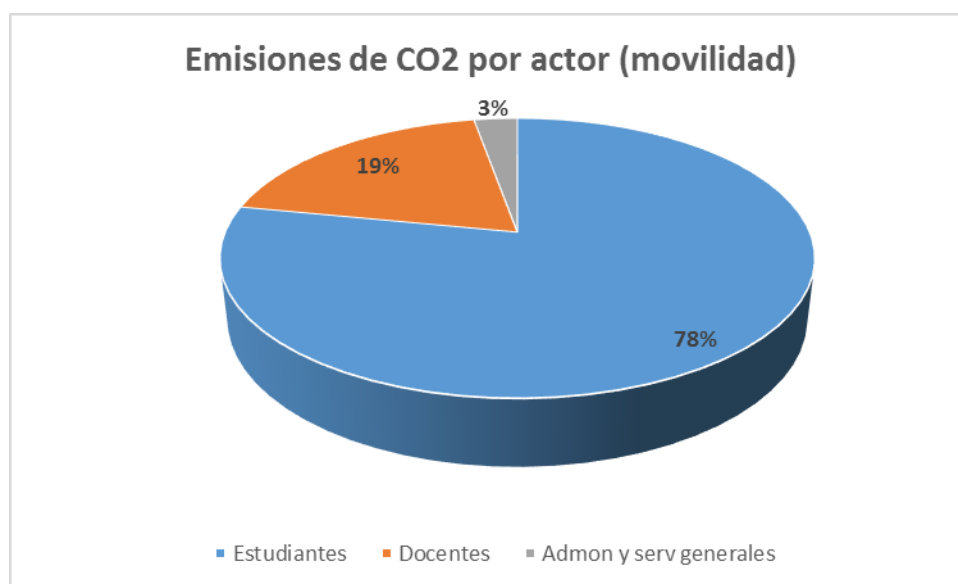
Como era de esperarse el nivel de emisiones asociadas a la movilidad representan el porcentaje más alto de emisiones de CO₂ entre las variables analizadas.

Del total de 460 encuestas que había que realizar solo faltaron 8 docentes por razones desconocidas, pudo ser por olvido o caso omiso a al correo enviado por la dirección de los diferentes programas, y 2 administrativos de la facultad de ingeniería industrial que por motivos desconocidos no respondieron la encuesta.

Para conocer las emisiones totales de la comunidad universitaria a partir de los resultados de las encuestas fue necesario extrapolar los resultados al número total de estudiantes, docentes, administrativos y personal de vigilancia y aseo. Se tuvo en cuenta los días laborados por docentes, administrativos y personal de vigilancia y aseo, así como los días que asisten por semana los estudiantes a clase ya que para cada persona este número de días son diferentes.

Se utilizan los factores de extrapolación según los medios de transporte y el grupo de actores encuestado. Realizando esto se obtiene las emisiones de CO₂ totales por parte de la comunidad.

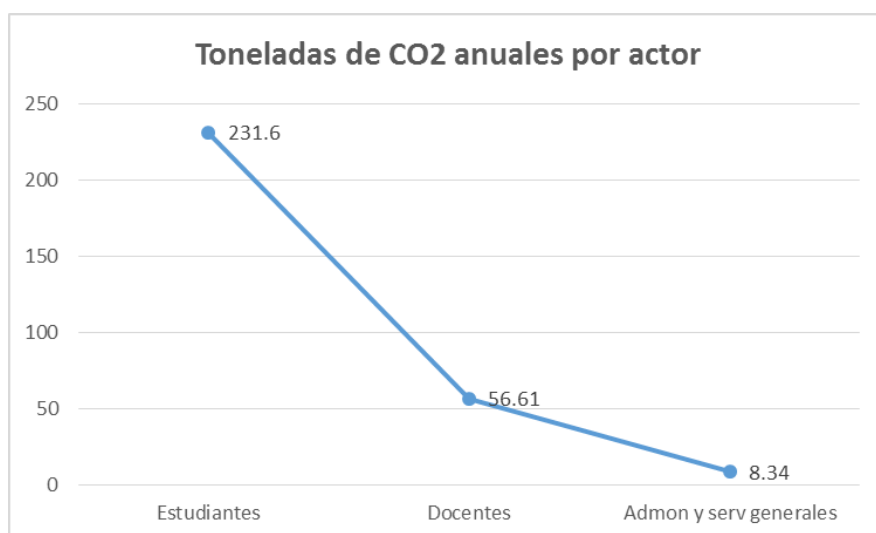
Gráfico 5: Emisiones de Toneladas de CO₂ por actor (movilidad)



Fuente: elaboración propia

Se evidencia que los actores que más contribuyen a las emisiones de CO₂ asociadas a la movilidad son los estudiantes, ya que representan el mayor número de personas dentro de la facultad equivalente a 2.947 estudiantes, representando un 78% de las emisiones totales por movilidad.

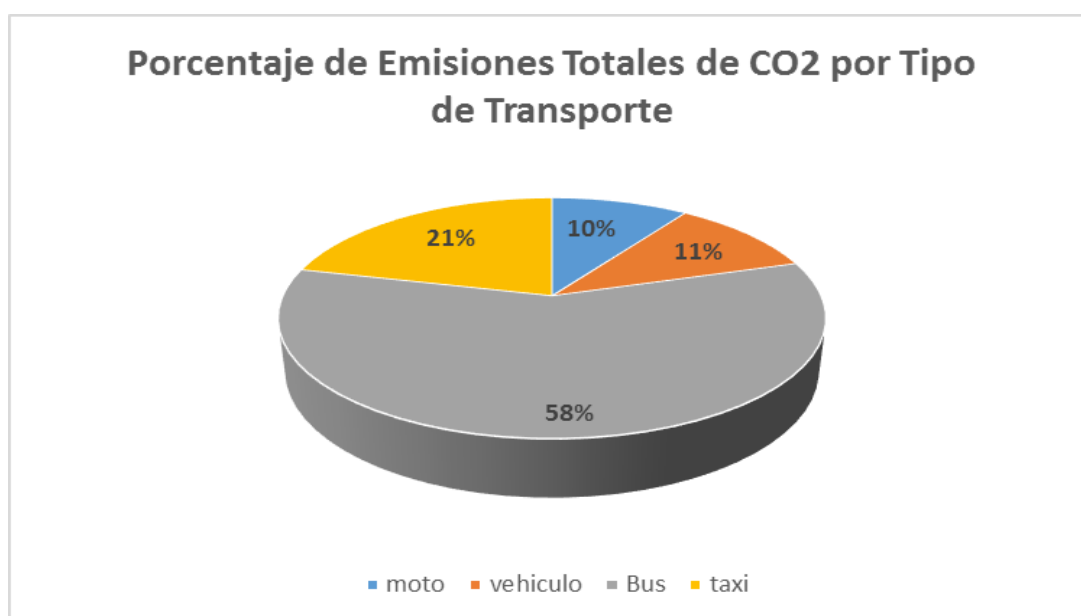
Gráfico 6: Toneladas de CO₂ anuales por actor



Fuente: elaboración propia

En la Gráfica 5 se observa que el número de toneladas de CO₂ emitidas por los estudiantes equivale a 231.6 t CO₂ anuales, seguidos por los docentes con 456 tCO₂ anuales, administrativos con 97 tCO₂ y personal de vigilancia y aseo con 7 tCO₂ anuales.

Gráfico 7: Porcentaje de emisiones totales de CO₂ por tipo de transporte

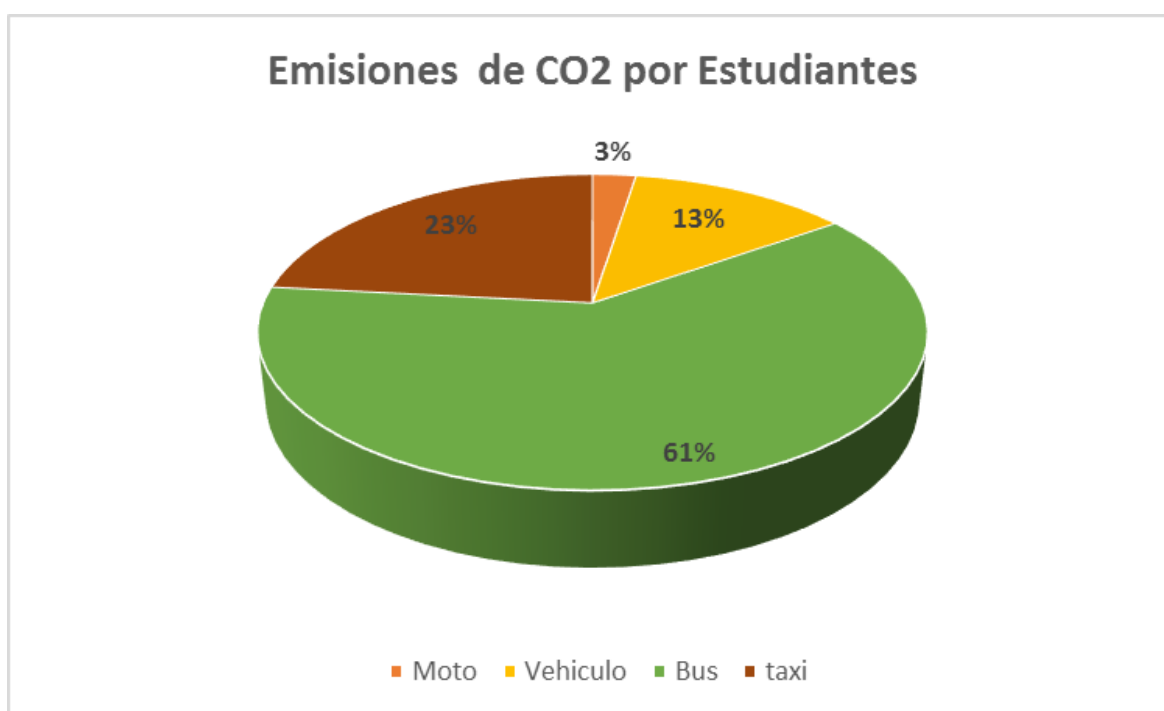


Fuente: Elaboración propia

En relación a los datos previamente mencionados, en el Gráfico 7 se puede apreciar que la mayoría de emisiones en t CO₂ corresponden al transporte por bus.

Esto se debe a que, aunque el nivel de ocupación de un bus es más alto que el de los otros tipos de transporte, es decir, un solo vehículo en este caso el bus, está transportando un mayor número de personas, al ser el más utilizado por la comunidad universitaria y tener mayores consumos de combustible que los otros medios de transporte aporta el 58% de las emisiones totales.

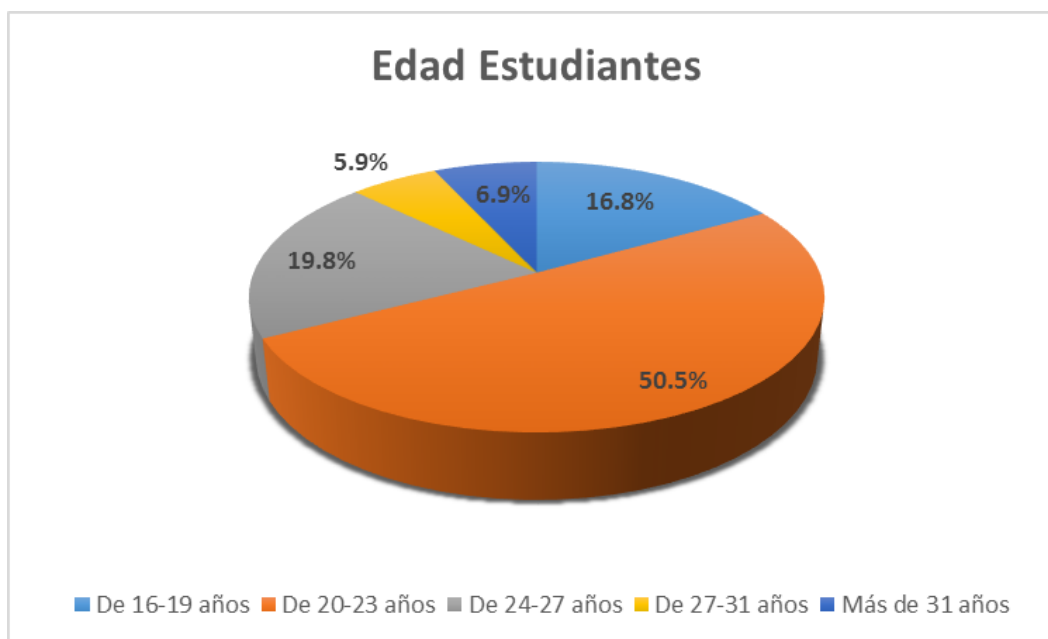
Gráfico 8: Emisiones de CO₂ estudiantes asociadas a la movilidad



Fuente: Elaboración propia

En el caso específico de los estudiantes el medio de transporte que más utilizan es el bus con un 61%, seguido del taxi, automóvil, motocicletas y respectivamente

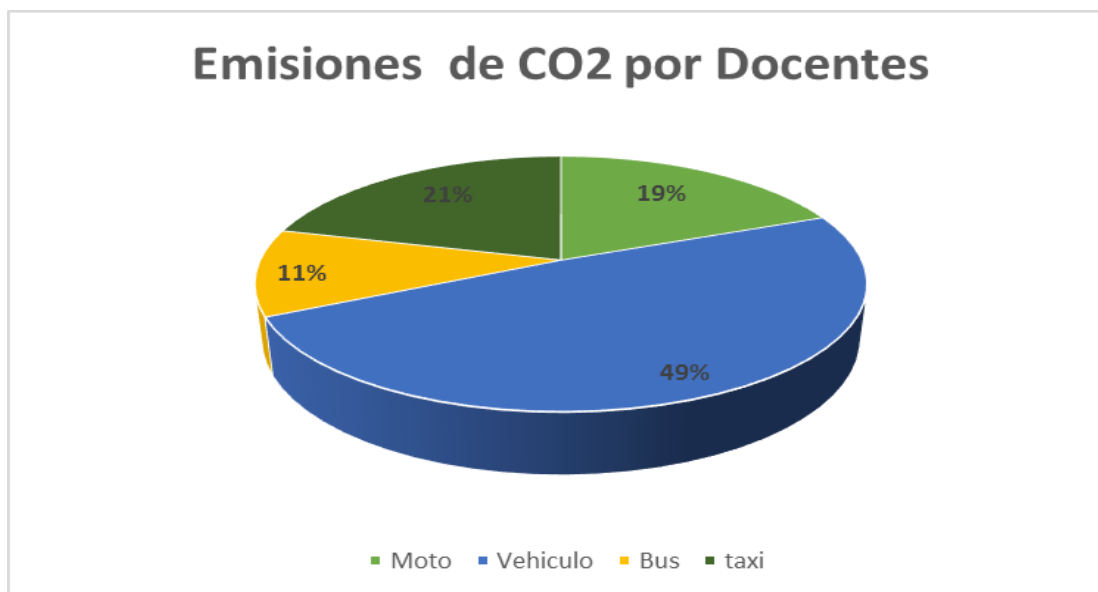
Gráfico 9: Distribución porcentual de la edad de los estudiantes



Fuente: Elaboración propia

Como muestra el gráfico 9, los estudiantes de la Facultad son en su gran mayoría jóvenes entre los 16 y 27 años de edad. Este dato es importante a la hora de plantear estrategias de mitigación ya que se deben tener claras algunas características demográficas de la población con la que se va a trabajar.

Gráfico 10: Emisiones de CO₂ de Docentes asociadas a la movilidad

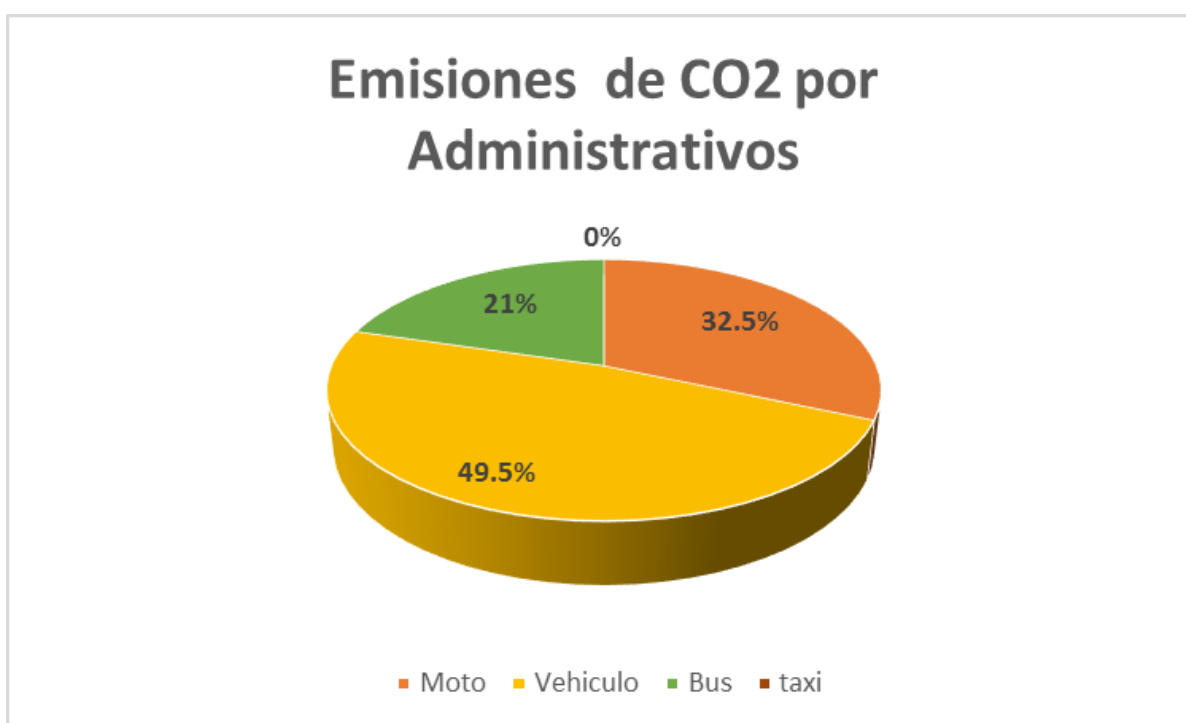


Fuente: Elaboración propia

En el caso de los Docentes se observa que el medio de transporte más utilizado es el particular, con un 49% de docentes movilizándose en automóvil, seguido de taxi, motocicleta y bus respectivamente.

Esto evidencia que en este grupo es necesario plantear alternativas de movilización para que el uso del vehículo particular disminuya y por consiguiente su Huella Ecológica respecto a la movilidad.

Gráfico 11: Emisiones de CO2 de Personal administrativo, vigilancia y aseo asociadas a la movilidad



Fuente: Elaboración propia

Se evidencia que en los administrativos al igual que en los docentes, hay preferencia por movilizarse en vehículo particular. El 49.5% de administrativos se movilizan en automóvil, seguido por motocicleta, taxi y bus respectivamente.

Es importante analizar los hábitos de la comunidad Universitaria en cuanto al desplazamiento hacia el campus caminando y en bicicleta. La Tabla xx muestra el número de personas aproximado que se desplaza de esta forma.

Tabla 12: Hábitos de Movilidad (Caminando y Bicicleta)

	A pie	Bicicleta
Estudiantes	13%	3%
Docentes	5%	0%
Admon y serv. Generales	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar aproximadamente el **13%** de los estudiantes se desplazan caminando, siendo estos los actores que hacen menos uso de transporte público y particular. El porcentaje aproximado de estudiantes que usan bicicleta como medio de transporte es de 5%, lo cual refleja la necesidad de una política pública en materia de movilidad Sostenible que promueva el uso de la bicicleta entre la comunidad, pues se evidencia que docentes, administrativos y el personal de vigilancia y aseo no consideran el uso de bicicleta como una forma de desplazamiento.

Por parte del personal Docente, solo **5%** docentes caminan hacia la Universidad, y la cifra disminuye con el personal Administrativo pues no cobra valores significativos en la medición.

Gráfico 12: Razones de no uso del transporte público por docentes



Fuente: Elaboración propia

Cómo se puede concluir de acuerdo al gráfico xx la mayoría de los docentes considera indispensable el vehículo particular para desplazarse de la casa al trabajo y viceversa. Así mismo reflejan dificultades con el transporte público por la poca existencia de rutas, baja frecuencia y la lejanía de los paraderos desde su lugar de residencia.

Gráfico 13: Razones de no uso del transporte público por estudiantes



Fuente: Elaboración propia

Concordando en gran parte con las razones de los docentes, los estudiantes prefieren en vehículo particular por razones de comodidad y la reducción de los tiempos de desplazamiento desde el lugar de residencia hacia la facultad. Lo cual de entrada ya indica la necesidad de campañas de sensibilización y concientización para desestimular el uso del vehículo particular y en su defecto buscar viajes compartidos.

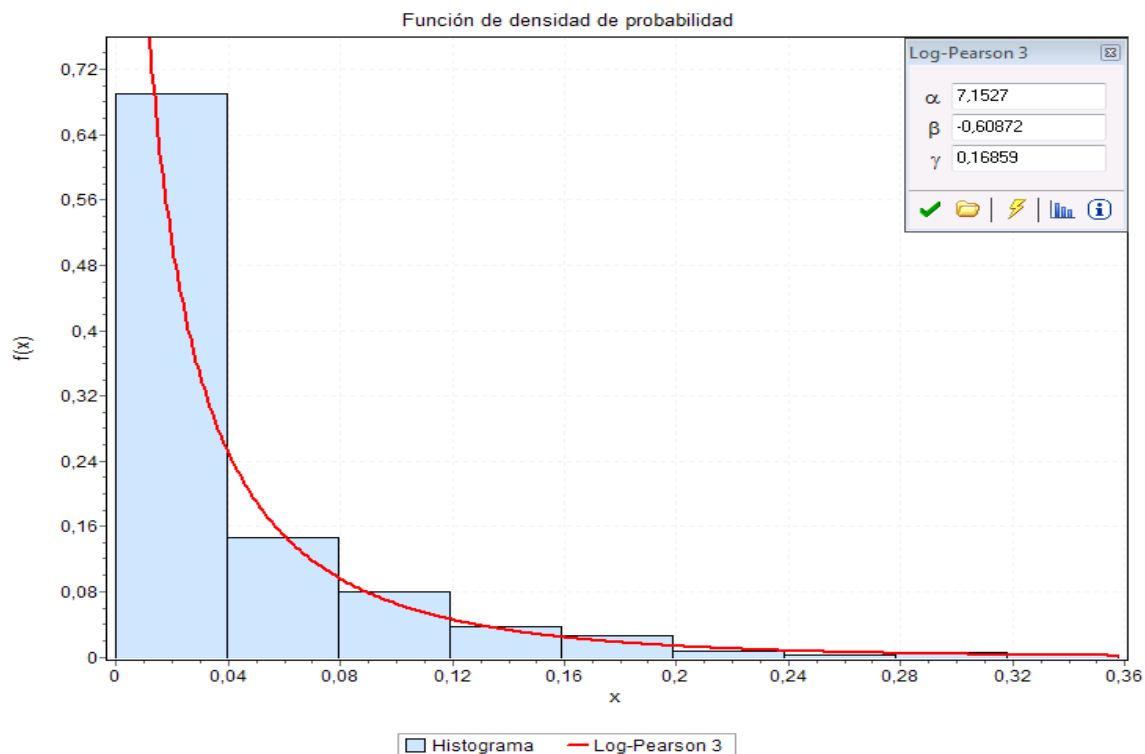
8.6. Prueba de bondad y ajuste para la variable movilidad

La prueba de bondad y ajuste se realizó con la herramienta EasyFit 5.6 ® [41] la cual ofrece una versión de prueba gratuita. Los resultados obtenidos muestran que las emisiones de CO₂ asociadas a la variable movilidad siguen una distribución Log Pearson tipo III con un valor p de 0,73691, lo que presenta un buen grado de ajuste de los datos a esta distribución.

Esta distribución es conocida como la distribución de hidrología, como la mayoría de las variables hidrológicas son sesgadas, la función Gamma se utiliza para ajustar la distribución de frecuencia de estas variables, tales como caudales mínimos, crecimientos máximos anuales, valores de precipitación extrema, etc. [38]

Teniendo presente que nunca tendremos caudales negativos al igual que las emisiones de CO₂ siempre tendrán un valor mayor que cero. De igual manera al estar las emisiones por movilidad directamente relacionadas con la distancia recorrida se presenta el fenómeno de valores extremos.

Gráfico 14: Histograma de frecuencias para las emisiones de la variable movilidad



Fuente: Elaboración Propia

Chi-cuadrado					
Grados de libertad	8				
Estadística	5,1916				
Valor P	0,73691				
Rango	1				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Valor crítico	11,03	13,362	15,507	18,168	20,09
Rechazar?	No	No	No	No	No

De acuerdo con los resultados arrojados por la herramienta EasyFit 5.6 ® bajo la prueba chi-cuadrado tenemos una distribución Log-Pearson tipo III con $\alpha=7,1527$; $\beta=-0,60872$; $\gamma=0,16859$

$$f(x) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \left\{ \frac{x - \delta}{\alpha} \right\}^{\beta-1} e^{-\frac{x-\delta}{\alpha}} \quad [E.8]$$

Donde α , β , δ son los parámetros de la función y $\Gamma(\beta)$ es la función de Gamma. Los parámetros α , β , δ se evalúan a partir de n datos medidos. Asimismo los parámetros de la distribución pueden ser estimados en función del promedio (\bar{X}) y de la desviación estándar (S) de la muestra, por medio de las siguientes expresiones:

$$\alpha = \frac{S}{\sqrt{\beta}} \quad ; \quad \beta = \left(\frac{2}{\gamma} \right)^2 \quad ; \quad \delta = \bar{x} - \alpha\beta$$

Dónde:

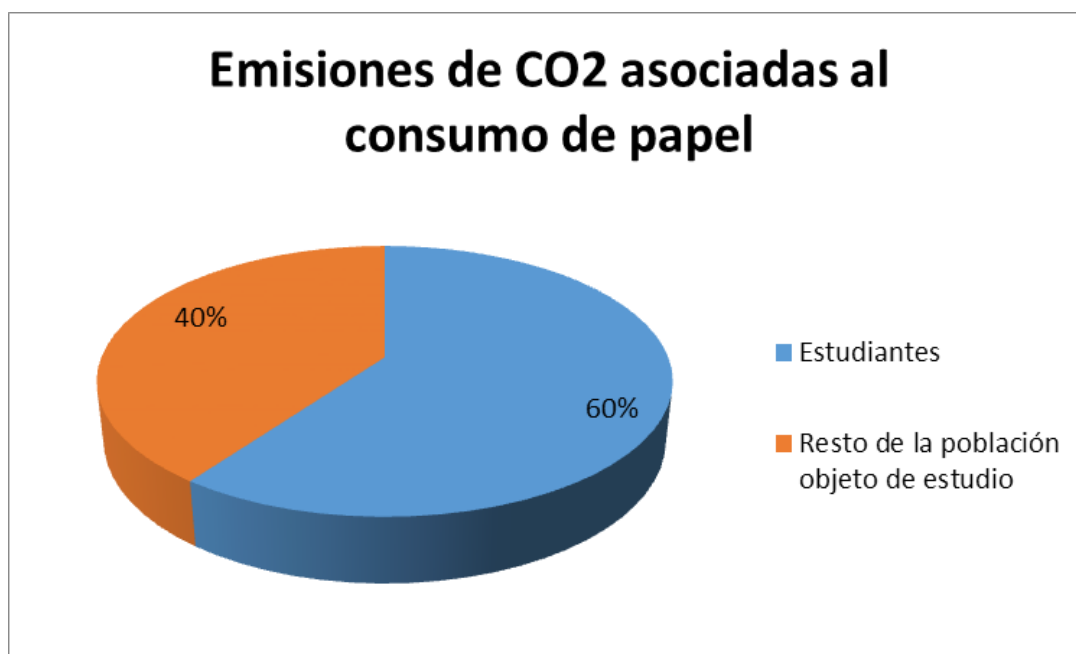
γ : Coeficiente de sesgo

e : Constante de Neper

8.7. Emisiones de CO₂ asociadas al consumo de papel

Las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de papel son de un total de 5,51 t CO₂ por semestre académico y es la segunda variable que representa menor emisión en las actividades de la facultad.

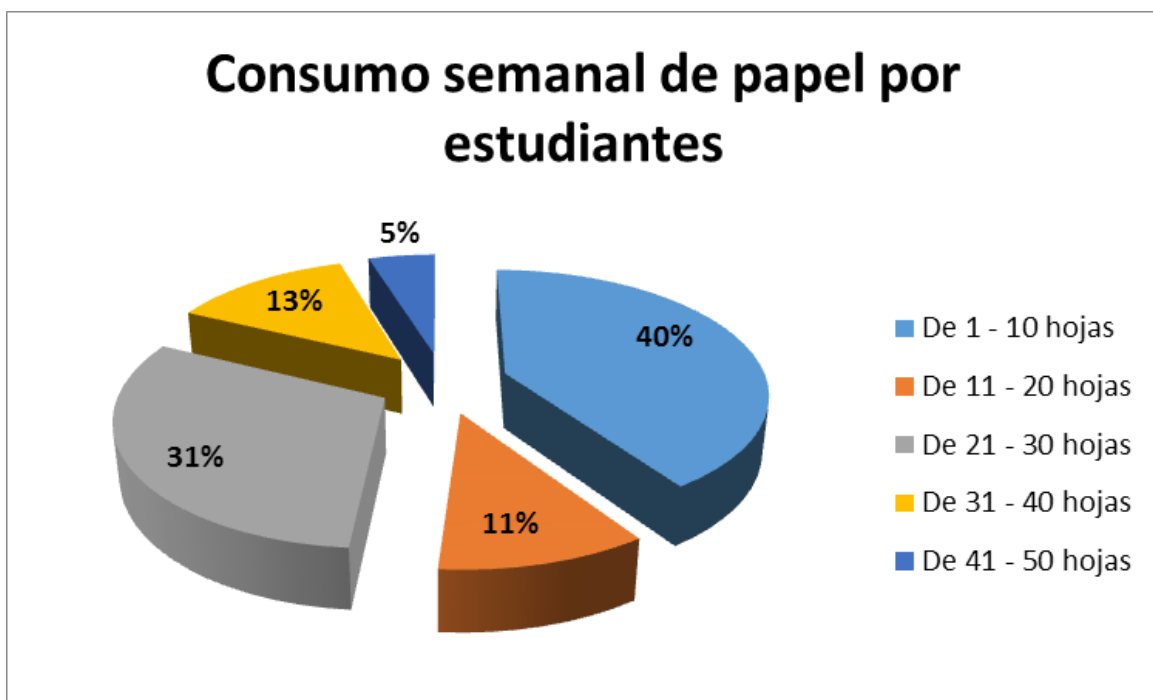
Grafico 15: Emisiones de CO₂ asociadas al consumo de papel



Fuente: Elaboración Propia

Para el consumo de papel sólo fue necesario indagar por el consumo de los estudiantes, ya que del consumo general de la facultad, fotocopias pedidas por los docentes, así como la cantidad de hojas para parcial es un valor conocido. El cual fue entregado por la dirección de cada programa, de acuerdo al seguimiento que ellos llevan de las solicitudes de cada profesor.

Grafico 16: Consumo semanal de hojas de papel por parte de los estudiantes



Fuente: Elaboración propia

9. Huella ecológica de la Facultad de Ingeniería Industrial (edificio 5) de la Universidad Tecnológica de Pereira

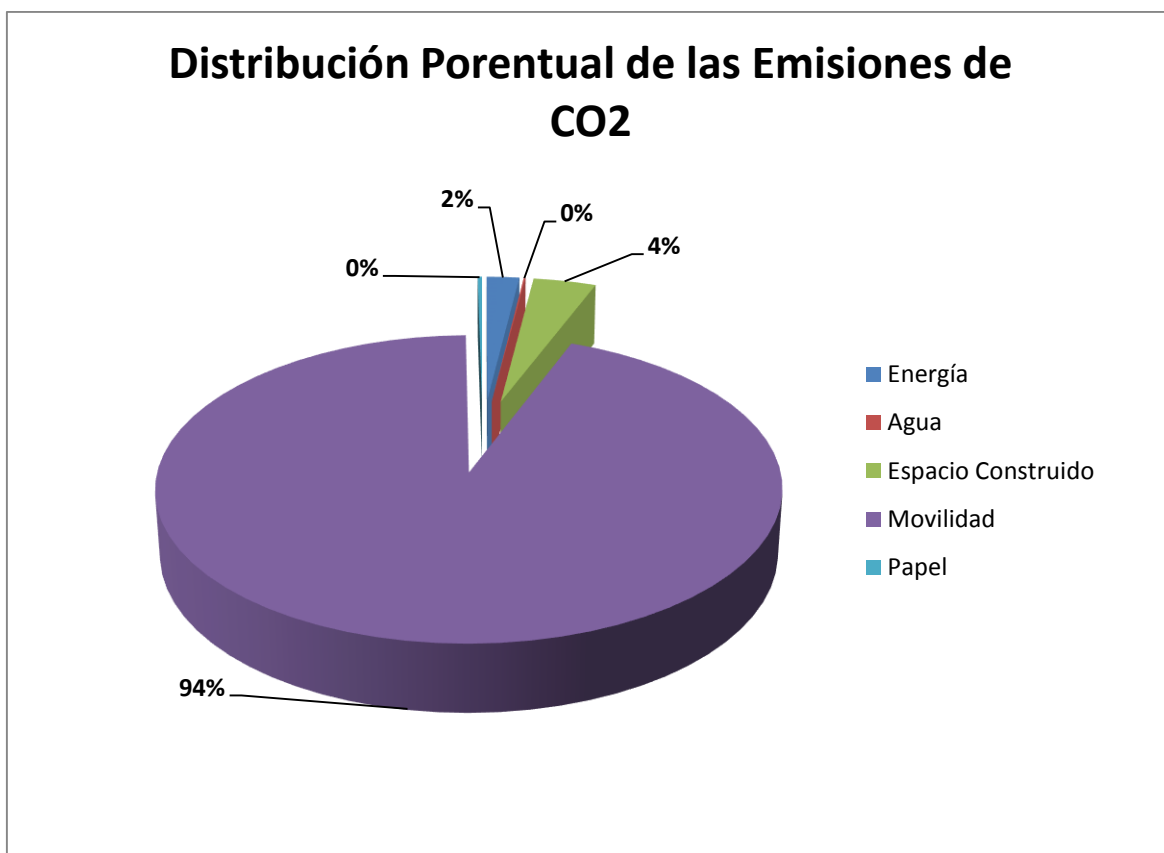
La Huella Ecológica definitiva asociada a las actividades de la Facultad de Ingeniería industrial (edificio 5) de la Universidad Tecnológica de Pereira se calculó en base a la capacidad de captura del bosque maduro, que refleja un valor más aproximado a las condiciones actuales en las que se encuentra el bosque. La asimilación de CO₂ por parte del bosque universitario es de **5,51 t CO₂/ha/año**.

Tabla 13: Emisiones totales de CO₂

Variable	Emisiones de CO ₂ (t/semestre)	Porcentaje de participación
Energía	6,1	1,96%
Agua	0,34	0,11%
Espacio Construido	11,74	3,76%
Movilidad	293	93,92%
Consumo de Papel	0,79	0,25%
TOTAL	311,97	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 17: Distribución porcentual de las emisiones de CO₂



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se observa que la variable que más contribuye a las emisiones de CO₂ es la movilidad, con un 94% que equivalen a 293 toneladas semestrales. Seguido de la variable de espacio construido y consumo de energía; y el consumo de papel y agua representan el menor porcentaje, con unas emisiones de 0,79 y 0,34 toneladas de CO₂ semestrales respectivamente.

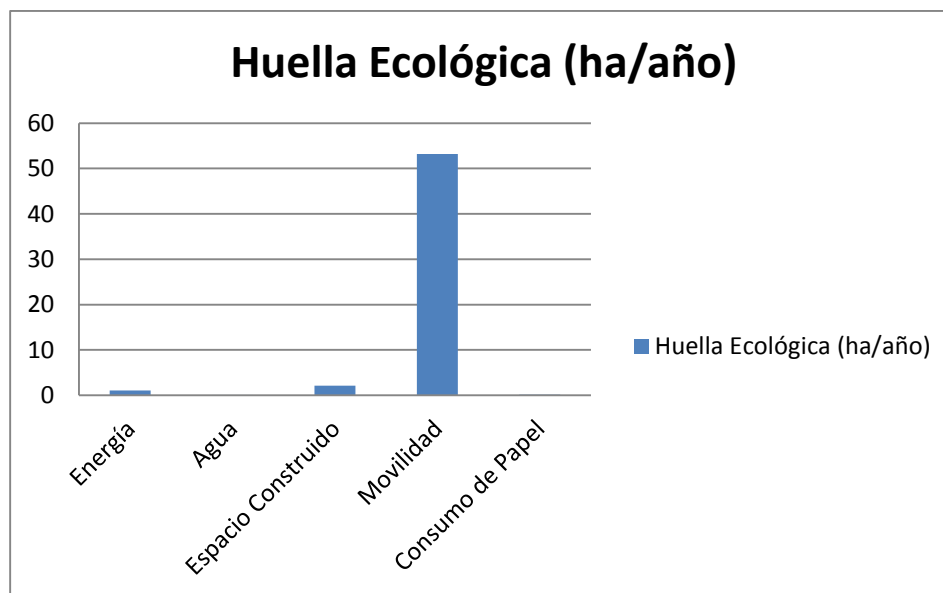
Tabla 14: Huella Ecológica (ha/semestre)

Variable	Emisiones de CO ₂ (t/semestre)	Huella Ecológica (ha/semestre)	Porcentaje
Energía	6,1	1,11	1,96%
Agua	0,34	0,062	0,11%
Espacio Construido	11,74	2,13	3,76%
Movilidad	293	53,17	93,92%
Consumo de Papel	0,79	0,14	0,25%
TOTAL	311,97	56,62	100%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 20 se concluye que para absorber las **311,97** toneladas de CO₂ semestrales se necesitan **56,62 ha** de bosque. Así mismo al haber aproximadamente 3099 personas la Huella Ecológica per cápita sería de **0,10 ha/persona/año**.

Gráfico 18: Huella ecológica por tipo de variable



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 17 la variable con la Huella Ecológica más alta es la movilidad, seguida del espacio construido y el consumo de energía

Tabla 15: Huella ecológica en Hectáreas Globales (hag)

Variable	Tipo de superficie impactada	Huella Ecológica (ha/semestre)	Factor de Equivalencia	HE Global (hag/semestre)
Energía	Bosque	1,11	1,34	1,48
Agua	Bosque	0,062	1,34	0,08
Espacio Construido	Bosque	2,13	1,34	2,86
Movilidad	Bosque	53,17	1,34	71,26
Consumo de Papel	Bosque	0,14	1,34	0,19
TOTAL		56,62		75,87

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 se determina que son necesarias **75,87** hectáreas globales para asimilar las emisiones de la Facultad de Ingeniería industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. Debido a las altas emisiones de CO₂ generadas por la movilidad, esta es la variable que más hectáreas de bosque requiere, pues se necesitan **71,26** hectáreas de bosque universitario para asimilar las emisiones; lo cual es significativo si se tiene en cuenta que la Universidad Tecnológica de Pereira cuenta con un área boscosa de **34 ha**.

La Huella Ecológica global per cápita en la Universidad Tecnológica de Pereira es de **0,11 hag/persona/año**.

10. ACCIONES PARA MITIGAR LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

10.1. Propuesta para la reducción de consumo energético

El modelo energético actual es uno de los factores que más contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero y por tanto al cambio climático. En la Facultad de Ingeniería industrial es una de las variables que más aportan a las emisiones de CO₂ siendo este un resultado que se esperaba, pues una buena parte de las actividades de la misma están necesariamente ligadas al consumo energético.

Es urgente un cambio en las políticas ambientales del país, donde se promueva y fomente el uso de energía renovable como parte del compromiso nacional frente al inminente cambio climático. Ligado a un nuevo modelo energético debe estar siempre la cultura del ahorro en el consumo de energía siendo igual de importante en la solución de la problemática.

Dentro de las propuestas más relevantes están:

- Campañas de concientización sobre el ahorro de energía:

Como institución educativa la universidad Tecnológica de Pereira y la Facultad de Ingeniería Industrial en base a la ciencia y tecnología tiene el deber de educar y ser partícipe en el cambio cultural de la región, por lo tanto se deben realizar campañas educativas dirigidas a todos los sectores sociales dentro del campus (estudiantes, docentes, administrativos, otros) para que desde cada individuo nazca la conciencia del ahorro energético y se ahonde en la responsabilidad tanto individual como colectiva con el planeta y los recursos naturales. Estas campañas deben ir acompañadas de datos reales sobre el cambio climático, respaldados científicamente, de manera que sea claro el papel que se juega dentro de la problemática global y como los cambios a nivel local son esenciales para mitigar el enorme impacto asociado al consumo energético y uso de combustibles fósiles.

Se puede lograr mediante:

- El Diseño de un programa administrativo para el ahorro de energía.

Dentro de este se implementaran las estrategias administrativas que contengan tantas actividades a realizar dentro del campus universitario como recursos económicos para la realización de las mismas y los responsables.

- Conformación de grupos de trabajo

Estos grupos deberán estar integrados por representantes de los alumnos, docentes, administrativos y trabajadores (otros oficios) desde donde se formulen propuestas con diferentes visiones de un campus universitario sostenible.

- Establecer un sistema de información y comunicación de los resultados periódicamente

De esta forma los miembros de la facultad estarán enterados del progreso en el compromiso de ahorro energético. La comunicación constante de los resultados de indicadores ambientales llevara a fortalecer una cultura de ahorro. Para lo anterior sería apropiado crear sectores dentro del campus que abarquen un número determinado de facultades y dependencias, de esta forma se hará más fácil el análisis del consumo energético dentro del campus, que en la actualidad cuenta con un solo medidor para el consumo de energía y dificulta conocer con exactitud las tendencias en el consumo de energía del campus por facultades y dependencias, pues en todo el campus las actividades varían.

Así se podrá comparar los resultados que se obtengan y se hará una retroalimentación que permita un seguimiento efectivo al uso eficiente de energía eléctrica dentro del campus universitario, para evaluar la eficiencia de los diferentes sectores frente al consumo energético y formular medidas correctivas más específicas.

Iluminación

Realizar acciones concretas para reducir el consumo de energía en la Facultad es una tarea que requiere de tiempo y compromiso. Esto si se tiene en cuenta que vivimos dentro de una cultura donde se está acostumbrado al uso energético constante durante todo el día que conlleva muchas veces a un consumo innecesario.

Algunas acciones a implementar son:

- Aprovechamiento de la luz natural

Durante las jornadas diurnas en el campus se debe aprovechar la luz natural, siempre y cuando sea la apropiada para el desarrollo de las actividades de

enseñanza, administrativas, de mantenimiento e investigación. Esto se verá reflejado en una disminución del consumo energético mensual.

- Bombillas y lámparas de bajo consumo

Se debe inspeccionar todos los edificios del campus para identificar lugares en los que no se esté haciendo uso de bombillas ahorradoras o LED. Estas a diferencias de las incandescentes consumen hasta un 40% menos de energía. Si bien su costo es mayor, a largo plazo, representa económicamente un beneficio ya que su duración puede ser hasta de 70.000 horas. Además, por su funcionamiento conlleva una reducción de emisión de calor muy elevada, debido a que las bombillas LED transforman hasta el 98% de su energía en luz y sólo un 2% en calor.

- Controles de encendido y apagado

Identificar lugares estratégicos donde se dificulte un seguimiento en el encendido y apagado de bombillas y lámparas para instalar controles automáticos de iluminación que garanticen el uso eficiente de la energía dentro del campus. También programadores de iluminación de acuerdo a programas y horarios que se establezcan dentro del campus.

Energía renovable

No es inapropiado decir que en Colombia estamos en mora con el aprovechamiento de las energías renovables, más si tenemos en cuenta que las condiciones naturales de diferentes zonas del país son favorables para la energía eólica y solar.

Ese mismo panorama se tiene a nivel nacional, son muy pocos los sectores que hacen uso de energías renovables y las instituciones educativas no son la excepción.

- Paneles de energía solar

La Facultad de Ingeniería industrial al igual que el resto de programas y dependencias debe optar por energías renovables. Sería apropiado que el campus universitario se destaque a nivel regional y nacional por el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales, más si se tiene en cuenta que se tiene el programa de Administración Ambiental, pionero a nivel nacional en su campo.

10.2. Propuestas para la reducción del consumo de agua

Se estima que en el mundo existen unos 1400 millones de km³ de agua de los cuales el 2,5% son de agua dulce (FAO); según el Estudio Nacional del Agua (ENA) del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), la oferta hídrica del país es seis veces superior a la oferta mundial y tres veces mayor que la de Latinoamérica. Teniendo una oferta en un Año Medio de 2.229 km³ y en un Año Seco 1.417 km³ además de una Oferta Hídrica Subterránea de 5.848 km³. Generando con esto una reducción en la Disponibilidad del recurso hídrico por afectación en la calidad del mismo de un 60% Según el Decreto 3930 de 2010 que establece disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el ordenamiento del recurso hídrico y los vertimientos al recurso hídrico al suelo y los alcantarillados. [39]

Cabe resaltar que la Universidad Tecnológica cuenta con una planta de tratamiento de agua con una eficiencia del 80% que mitiga considerablemente la contaminación en los vertimientos posteriores a las actividades internas en el campus.

A continuación, se identifican acciones para la medición, uso y aprovechamiento del recurso hídrico de manera sostenible que permitan abordar la problemática existente y lleven a generar indicadores de gestión con perspectivas a una mejora continua.

- Educación Ambiental y concientización respecto al consumo de agua

Mediante la educación ambiental reducir la demanda sobre el recurso hídrico, adecuando el consumo de agua del campus a la realidad hidrológica de la zona, de manera que los cambios y la percepción en el consumo estén de la mano con el respaldo científico para hacer un campus eficiente en cuanto a la oferta y demanda de los recursos naturales. Para esto se debe desarrollar medidas en la gestión de la demanda del recurso hídrico donde se formule un objetivo claro en la reducción del consumo de agua.

- Instalación de medidores por edificio y dependencia

En la actualidad el campus universitario cuenta con un medidor de consumo de agua general, lo que dificulta el análisis del comportamiento en el consumo del recurso hídrico y las posibles acciones para disminuirlo. Por esto es importante sectorizar el campus de manera que se tengan diferentes consumos que den cuenta de la dinámica interna de forma más precisa.

- Tecnologías sanitarias eficientes

Minimizar consumo en las baterías sanitarias instalando sistemas de reducción de descargas y minimizando la capacidad de los tanques, como ya se ha realizado en otros edificios. Es muy importante el uso de bioquímicos para la limpieza, para ello se debe diseñar e implementar tecnologías eficientes que permitan mejores índices en el aprovechamiento de los recursos tanto naturales como financieros. De mano de la planta de tratamiento se puede instalar Bio-digestores o pantanos artificiales para aguas salientes para lograr el 100% de los vertimientos que se realizan dentro del campus.

- Realizar auditorías ambientales

Este es un instrumento fundamental para la evaluación de los hábitos en el consumo de agua de la Facultad. De esta forma se pueden aplicar medidas que conduzcan a aumentar la eficiencia del consumo y mejorar la calidad ambiental dentro del campus.

10.3. Propuesta para la disminución del consumo de papel

A pesar de estar en una transición tecnológica histórica e importante, el desarrollo de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) de la mano con la digitalización no ha sido una solución a la reducción de consumo de papel, seguimos siendo una sociedad dependiente. El consumo de papel para impresión y escritura creció por encima del 10% entre los años 1980 y 2000. Asimismo, el 30% del papel que consumimos actualmente corresponde a funcionalidades que hace 10 años no existían. [40].

Algunos impactos ambientales asociados a la producción de papel son:

- Consumo energético: Obtener una hoja de papel a partir de 100% de madera consume 17 Wh y a partir de papel reciclado, 12 Wh.
- Consumo de agua: para obtener 1 tonelada de papel se necesitan 2 toneladas de agua si se trata de papel reciclado o 15 toneladas si se trata de papel de pasta química.
- Vertimientos que tienen una elevada carga contaminante.
- Deforestación de bosques
- Por imprimir en hoja de papel se genera: tóner, embalajes, impresoras, que son residuos especiales y representan contaminación ambiental

Por lo anterior es necesario reducir el consumo de papel lo máximo que se pueda, y para esto se necesita un compromiso real por parte de la administración de la

Facultad de Ingeniería Industrial como ordenador del gasto, que permita el uso mínimo de papel en las actividades administrativas y docentes.

Algunas acciones a seguir son:

- Fortalecer campañas de reciclaje dentro del Campus

En la Universidad Tecnológica de Pereira son periódicas las campañas para reciclar papel, se hacen actividades como “Reciclotón UTP” entre otras. La concientización es la principal acción a seguir si se quiere lograr cambios culturales en cuanto al uso de papel. Para esto se necesita:

- Establecer porcentajes de papel reciclado en base a la cantidad destinada a la facultad y diferentes programas dentro del campus.
- Reducir el volumen de desperdicios de papel desechado en oficinas evitando el desperdicio.
- Educación ambiental sobre uso de papel en la comunidad estudiantil

Con el proceso de reciclar se disminuye la presión sobre los bosques, pues el papel reciclado requiere menos árboles para su fabricación y supone menos emisiones de contaminantes.

- Formular un programa de reciclaje y disminución del consumo de papel

Este debe contar con acciones claras que permitan reducir el consumo de papel dentro del campus, también definir las responsabilidades de los diferentes grupos dentro de la comunidad universitaria (estudiantes, docentes, administrativos, otros) y estrategias para el manejo racional del papel. Este debe contener:

- Diseños de programas de gestión documental que incorporen una gestión electrónica de documentos: El papel y el cartón constituyen el 90% de los residuos generados en una oficina, por esto es fundamental formular nuevas estrategias de comunicación, donde no todo documento, carta o solicitud deba ser física y optar por una comunicación por medio electrónico dejando solo el uso de papel para casos específicos y necesarios. Con esto se evitará el desperdicio de papel que es común en el área administrativa.
- Formulación de Indicadores: Esto facilita realizar diagnósticos y formular medidas para mejorar el ahorro de papel.
- Comunicación: Mediante la tecnológica y diferentes medios de comunicación difundir los avances para promover un cambio en la cultura organizacional en cuanto al uso de papel y los procedimientos administrativos.

➤ Cambios en los procesos actuales por parte de Docentes y estudiantes

Para generar cambio todos debemos ser partícipes de nuevas prácticas en el proceso educativo, se recomienda:

- Trabajos entregados por medio electrónico

Una de las mejores maneras de disminuir el uso de papel es permitiendo que la mayoría de trabajos e investigaciones que se asignen a los estudiantes puedan ser enviados por medio electrónico, de esta forma se evitará impresiones que en muchos casos son innecesarias. Para esto se debe contar con el compromiso por parte de los docentes que permita generar cambios culturales en el sistema educativo actual.

- Trabajos permitidos con impresión a doble cara

Una forma eficaz de reducir el consumo de papel es que los docentes permitan que los trabajos que requieran ser entregados de forma física durante el semestre puedan ser impresos a doble cara, de esta forma se evita el mal uso que comúnmente se le da al papel ya que en la mayoría de veces se imprime por una sola parte de la hoja desperdiciándose el 50% de su uso potencial.

- Reducir el tamaño de la hoja y la fuente

Muchas fotocopadoras cuentan con la opción de reducir el tamaño de la hoja de forma que en una sola cara quepan dos páginas, así se estará maximizando el uso de papel. También se puede permitir fuentes de escritura más pequeñas a las comúnmente recomendadas por las diferentes normas (APA, ICONTEC) aprovechándose mejor el área de papel.

- Evitar impresiones y fotocopias que no sean indispensables

Muchas de las copias que se sacan por parte de los estudiantes se pueden evitar si se utilizan medios alternos como correo electrónico, carpetas compartidas en la web, uso adecuado de la red interna y portales de comunicación dentro de la Facultad, etc. De esta forma el estudiante accede a la información de forma fácil sin necesidad de imprimir hojas que luego no tendrán ningún uso.

- Reutilizar el papel impreso por una sola cara

Si la impresión es necesaria y el trabajo está en proceso de desarrollo, es decir, es un borrador, se debería permitir ser impreso en hojas que se han reciclado de impresiones anteriores y que aún tienen un uso potencial.

10.4. Propuesta para mitigar la Huella Ecológica Asociada a la movilidad

La movilidad hacia y desde la facultad de la universidad representa el mayor impacto que se ejerce sobre el medio ambiente y la mayor cantidad de emisiones de CO₂ de las variables analizadas.

El campus congrega diariamente miles de vehículos tanto particulares como públicos, respondiendo a la problemática regional y nacional asociada a la movilidad que cada día es más evidente en nuestro país. Por lo anterior las fallas en las políticas de movilidad repercuten directamente en los procesos internos.

Esta problemática está conectada a la priorización del transporte individual y el estado y funcionamiento del transporte público, que genera que cada vez más personas utilicen vehículos particulares, y en los últimos años, motos, contribuyendo así a acrecentar un problema que está lejos de encontrar solución.

Algunas acciones a las que se le deben apostar son:

- Plan de Movilidad Sostenible

Es necesario crear un plan de movilidad sostenible en la universidad tecnológica de Pereira. Para esto se debe hacer estudios específicos sobre la dinámica de transporte de los miembros de la facultad, donde se analicen rutas, patrones de uso, frecuencia, entre otras variables; si bien en esta investigación se hacen hallazgos importantes no es suficiente para la formulación de un plan que mitigue y de soluciones de fondo a esta problemática. Para esto se necesita:

- Garantizar la movilidad interna a las personas con discapacidad
- Fomentar el uso de la bicicleta
- Reducir las necesidades de transportarse en vehículos particulares
- Fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible

Para consolidar el uso de la bicicleta como medio de transporte no solo para los estudiantes sino para todos los actores sociales dentro de la comunidad educativa se debe:

- Formar un grupo de propuestas por parte de los usuarios de bicicletas: No se puede llegar a ninguna solución si no se conocen bien las necesidades, inquietudes y propuestas de las personas que habitualmente usan la bicicleta como medio de transporte, ya que desde la experiencia de ellos se puede corregir y potencializar las soluciones que promuevan e incrementen el porcentaje de personas que se movilizan utilizando este medio.
- Instalar estacionamientos para bicicletas: En el campus universitario no se cuenta con una infraestructura adecuada para estacionar las bicicletas; por este motivo se hace necesario que se adecuen espacios donde los usuarios tengan seguridad respecto al estado de sus vehículos (se eviten robos) y cumplan con las condiciones adecuadas y necesarias para el parqueo.
- Garantizar la movilidad adecuada dentro del campus: Se deben adecuar senderos para el flujo de bicicletas dentro del campus, de igual forma señalizar las vías de acceso al campus con igual preferencia que los vehículos motorizados.
- Campañas de sensibilización de transportes alternos y movilidad sostenible: donde se refleje los alcances logrados en materia de movilidad sostenible para que la comunicación adecuada sirva de incentivo al fomento de la bicicleta entre todos los actores de la comunidad, teniendo en cuenta el bajo número de docentes, administrativos y otros empleados que usan este medio de transporte alternativo.

- Uso compartido de automóvil

Promover el uso compartido de vehículo, mediante campañas donde se evidencie que las emisiones de CO₂ se reducen mientras más alto es el nivel de ocupación. Se puede por oficinas y grupos de trabajo planear días en que un solo vehículo transporte al mayor número de personas que vivan en el mismo sector e incentivar esta práctica. Igualmente se puede hacer entre los docentes y estudiantes.

- Vehículos oficiales con combustible alternativo

Apostar por el uso de combustibles alternativos cuando se adquieran vehículos para la universidad como también en la contratación de transporte para salidas académicas.

- Proyectos de investigación

Impulsar proyectos de investigación desde las distintas disciplinas sobre tecnologías limpias en los motores y carburadores de los vehículos, también propuestas holísticas sobre transporte sostenible de forma que se contribuya con la gestión y control del sistema de transporte local.

- Indicadores de contaminación

Realizar muestras del estado del aire en el campus universitario y alrededores, para hacerle seguimiento a las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI), así como de contaminación auditiva para llevar un control sobre el sistema de transporte y aportar soluciones concretas a la problemática.

- Creación de rutas para bicicletas

En conjunto con la administración municipal, se debe garantizar la movilidad para los ciclistas en toda el área urbana, de esta forma se facilitara el uso de este medio de transporte como una opción alternativa en la ciudad. Se deben crear rutas solo para bicicletas así como adecuar algunas ya existentes de modo que sea factible el flujo de vehículos y bicicletas por igual.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Por medio de la metodología de [1] y a partir de las diferentes fuentes consultadas y aportes de las teorías por parte de [7] es que se construye y desarrolla “CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA GENERADA POR LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA” con el que se identificaron diferentes variables y su aporte al cambio climático, así como la implementación de diferentes estrategias para su mitigación.
- Dando respuesta al objetivo general de la presente investigación, es que se logran determinar el número de hectáreas necesarias para absorber la huella ecológica generada por parte de la comunidad de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira para el semestre 2017-1. La Facultad de Ingeniería Industrial generó **311,97 toneladas de CO₂**. Por lo tanto son necesarias **75,87 Hectáreas** de bosque para suplir y compensar las emisiones generadas a partir de las actividades comunes dentro y por fuera del campus.
- Dando respuesta al objetivo específico número uno; se determinaron las principales actividades que influyen en la generación de CO₂ por parte de la comunidad universitaria perteneciente a la Facultad de Ingeniería Industrial. Como principales actividades se encontraron: **la movilidad y hábitos de transporte, el consumo de energía, el consumo de agua y consumo de papel** por fuera y dentro del campus y construcción de edificios. por parte de la población objeto de estudio: estudiantes, docentes, y personal administrativo y de aseo y vigilancia.

La variable Movilidad da cuenta de que la mayoría de estudiantes se movilizan en bus urbano y motocicleta y que esta variable tiene una gran influencia en la generación de CO₂, igualmente refleja gran utilización de vehículo particular por parte de la comunidad Docente y Administrativa y un uso no muy frecuente de bicicleta por la comunidad estudiantil.

- Dando respuesta al objetivo específico número dos, se concluye que, con base en los resultados encontrados a partir de la huella ecológica generada por las variables seleccionadas para el presentes estudio, la huella ecológica

generada por la comunidad de la Facultad de Ingeniería industrial para el semestre 2017-1 es de **75,87 ha/semestre**.

Para el año 2005, la huella ecológica del país corresponde a 1,8 hectáreas globales es decir que la biocapacidad es de 3.9 hectáreas por persona en comparación con 0,11 hectáreas para la comunidad de la facultad de ingeniería industrial; reflejando así que un adecuado manejo y conservación de los bosques en los alrededores y dentro del campus se puede lograr un campus sostenible, asimismo una planeación estratégica para la implementación de programas y actividades que permitan desarrollar medidas de mitigación y compensación.

- Dando respuesta al objetivo específico número tres; en el capítulo 10 del presente trabajo se enuncian las diferentes estrategias que se pueden implementar para mitigar el impacto sobre el medio ambiente producto de las actividades diarias de la Facultad de Ingeniería Industrial para las diferentes variables aquí trabajadas. Siendo una de las más relevantes las campañas de concientización y educación, la coordinación de la dirección del programa con los diferentes estamentos de la universidad para implementar mecanismos y dispositivos que permitan disminuir el consumo y por ende las emisiones a las cuales contribuyen variables como el consumo energético y de agua.

De igual manera socializar con los miembros de la facultad en pro de generar conciencia en cuanto a la importancia de desestimar el uso del vehículo particular y fomentar el uso de transportes no contaminantes, así como el uso del transporte público.

12. BIBLIOGRAFIA

- [1] N. López Álvarez, «Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA),» 2007. [En línea]. Disponible en: http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/CTs/987984792_NL%F3pez.pdf . [Último acceso: 15 Marzo 2017].
- [2] C. Centro de Gestión Ambiental UTP, «Centro de Gestión Ambiental,» [En línea]. Disponible en: <http://www.utp.edu.co/centro-gestion-ambiental/informacion-de-interes/que-es-la-huella-ecologica.pdf> . [Último acceso: 20 Octubre 2017].
- [3] IDAE, «Instituto para la diversificación y ahorro de energía (IDAE),» Julio 2006. [En línea]. Disponible en: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10250_Guia_PTT_A2006_A_8ab6195c.pdf . [Último acceso: Enero 2017].
- [4] U. T. P. Estadísticas e Indicadores Estratégicos, «Estadísticas e indicadores estratégicos,» [En línea]. Disponible en: <https://www.utp.edu.co/estadisticas-e-indicadores/> . [Último acceso: 20 Junio 2017].
- [5] J. Molina Restrepo y M. M. Ocampo Rodríguez, «Repositorio Institucional Universidad Tecnológica de Pereira,» 2016. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6819/333714M722.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . [Último acceso: 5 Febrero 2017].
- [6] «AEC, Asociación Española para la Calidad,» [En línea]. Disponible en: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/huella-de-carbono> . [Último acceso: 20 Septiembre 2017].
- [7] M. Wackernagel y W. Rees, «escholarship.org,» 1 Noviembre 1997. [En línea]. Disponible en: <https://escholarship.org/content/qt7730w81q/qt7730w81q.pdf> . [Último acceso: 3 Agosto 2017].
- [8] D. Banister, «University of Oxford,» Junio 2010. [En línea]. Disponible en: <http://www.hkuits.hku.hk/Doc/DTLS2010-DavidBanister.pdf> . [Último acceso: 1 Junio 2017].
- [9] G. Meil y L. A. Sánchez, «Universidad Autónoma de Madrid,» 2007. [En línea]. Disponible en: https://www.uam.es/personal_pdi/economicas/gmeil/espaniol/documentos_de_trabajo/jobmobbarcelona.pdf . [Último acceso: 1 Junio 2017].

- [10] P. Vega, «Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS),» Noviembre 2005. [En línea]. Disponible en: <http://www.istas.ccoo.es/descargas/TransTrab%20Imp.pdf> . [Último acceso: 10 Junio 2017].
- [11] G. d. O. Noel S.A.S, «GropoNutresa.com,» Febrero 2013. [En línea]. Disponible en: https://www.gruponutresa.com/wp-content/uploads/2016/02/transporte_limpio_mayo_27_final.pdf . [Último acceso: Marzo 2017].
- [12] t. Colombia consultorías, «trabajando.com,» Mayo 2013. [En línea]. Disponible en: <http://co.trabajando.com/contenido/noticia/9320/c/empresa/53-de-los-colombianos-gasta-entre-45-minutos-y-1-hora-para-ir-a-su-trabajo.html> . [Último acceso: Abril 2017].
- [13] COLPRENSA, «ELCOLOMBIANO.COM,» 21 Enero 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.elcolombiano.com/negocios/economia/en-colombia-se-pierde-el-2-del-pib-al-ano-por-los-trancones-XF1142660> . [Último acceso: 1 Diciembre 2016].
- [14] D. Departamento Nacional de Planeación, «Departamento Nacional de Planeación,» 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.dnp.gov.co/Paginas/DNP%20advierte%20que%20se%20avecina%20colapso%20de%20movilidad%20en%20las%20principales%20capitales.aspx> . [Último acceso: 10 Diciembre 2016].
- [15] E. Equipo de técnicos en transporte y territorio S.A, «Unavarra.es,» Diciembre 2009. [En línea]. Disponible en: http://www2.unavarra.es/gesadi/seccionActualidad/PlandeTransporte_ResumenEjecut.pdf . [Último acceso: Diciembre 2016].
- [16] M. Rojas Hernández y Y. V. Chacón Picón, «Universidad Industrial de Santander,» 2011. [En línea]. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/139024.pdf> . [Último acceso: Febrero 2017].
- [17] J. C. Herrera Guzmán, «Repositorio Universidad Tecnológica de Pereira,» 2005. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/866> . [Último acceso: Marzo 2017].
- [18] M. J. Domínguez Pachón, «Redalyc,» 2009. [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/678/67812869001.pdf> . [Último acceso: Noviembre 2016].

- [19] D. Banister, «Transport Policy,» 19 Noviembre 2007. [En línea]. Disponible en: <http://www.civil.ist.utl.pt/~martinez/PDF/MobiCredit/Paper10.pdf> . [Último acceso: 15 Agosto 2016].
- [20] S. Sekhon, «IOSR-JBM,» Mayo 2014. [En línea]. Disponible en: <http://iosrjournals.org/iosr-jbm/papers/Vol16-issue5/Version-5/D016551823.pdf> . [Último acceso: 10 Abril 2017].
- [21] V. d. c. y. s. (UMA), «Universidad de Málaga,» 2014. [En línea]. Disponible en: <http://vcsst.uma.es/sqa/images/pdf/informacion/huella14.pdf> . [Último acceso: 10 Abril 2017].
- [22] J. Leiva Mas, I. Rodríguez Rico y Q. P. Cándido, «Scielo,» Enero 2011. [En línea]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852011000100006 . [Último acceso: 7 Abril 2017].
- [23] C. C. Burgos y M. A. Figueroa, «Biblioteca Universidad de Nariño,» Mayo 2016. [En línea]. Disponible en: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/91574.pdf> . [Último acceso: 20 Abril 2017].
- [24] J. MOLINA RESTREPO y M. M. OCAMPO RODRÍGUEZ, «Repositorio UTP,» 2016. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6819/333714M722.pdf?sequence=1> . [Último acceso: 15 Febrero 2017].
- [25] O. Organización de las Naciones Unidas, «ordenjuridico.gob,» 16 Junio 1972. [En línea]. Disponible en: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/TratInt/Derechos%20Humanos/INST%2005.pdf> . [Último acceso: 1 Julio 2017].
- [26] O. Naciones Unidas, «Parques Nacionales Naturales de Colombia,» 16 Junio 1972. [En línea]. Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2014/02/Declaracion-de-rio.pdf> . [Último acceso: 15 Junio 2017].
- [27] O. Naciones Unidas, «Parques Nacionales Naturales de Colombia,» 14 Junio 1992. [En línea]. Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2014/02/Declaracion-de-rio.pdf> . [Último acceso: 12 Junio 2017].
- [28] ONU, «Parques Nacionales Naturales de Colombia,» 1998. [En línea]. Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2014/02/kioto.pdf> . [Último acceso: 20 Junio 2017].

- [29] S. d. I. c. d. RAMSAR, «Parques Nacionales Naturales de Colombia,» 1971. [En línea]. Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2014/02/ramsar.pdf> . [Último acceso: 20 Junio 2017].
- [30] A. N. Constituyente, «Corte Constitucional,» 1991. [En línea]. Disponible en: <http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia%20-%202015.pdf> . [Último acceso: 30 Junio 2017].
- [31] M. Ministerio del Medio ambiente, «MinAmbiente,» [En línea]. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1354:parques-nacionales-naturales-de-colombia-patrimonio-de-los-colombianos> . [Último acceso: 10 Agosto 2017].
- [32] C. S. U. Universidad Tecnológica de Pereira, «Universidad Tecnológica de Pereira,» 18 Noviembre 2010. [En línea]. Disponible en: <http://www.utp.edu.co/secretaria/informacion-general/3291/acuerdo-41-se-adopto-la-politica-ambiental-en-la-universidad-y-se-dictan-otras-disposiciones> . [Último acceso: 6 Mayo 2017].
- [33] UPME, «Unidad de Planeación Minero Energética,» Octubre 2014. [En línea]. Disponible en: http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/ure/estudios/EstudiosEficiencia_PapelPulpa.pdf . [Último acceso: 1 Septiembre 2017].
- [34] UPME, «FACTORES DE EMISION DEL S.I.N. SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL DE COLOMBIA,» 2014. [En línea]. Disponible en: http://www.siame.gov.co/siame/documentos/2015/Documento_de_calculo_del_FE_del_SIN_2014.pdf .
- [35] A. Jiménez Marín y M. Marín Arias, «Repositorio Institucional Universidad Tecnológica de Pereira,» 2007. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/853> .
- [36] U. Unidad de planeación minero-energética, «www.si3ea.gov.co,» 3 Septiembre 2012. [En línea]. Disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=6G1VGDdWfHc%3D&tabid=90&mid=449&language=en-US> .
- [37] J. B. JBUTP, «Universidad Tecnológica de Pereira,» 2005. [En línea]. Disponible en: <http://www.utp.edu.co/jardin/inicio.html> . [Último acceso: 15 Octubre 2017].

- [38] F. Valleumbroso Villa, «SlideShare,» 2014. [En línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/freddysantiagord/metodos-probabilisticos-de-hidrologia> . [Último acceso: 10 Noviembre 2017].
- [39] M. Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible, «Slideshare,» 26 Diciembre 2012. [En línea]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/FAONoticias/politica-hidrica-nacional-y-gestion-de-cuencas-hidrograficas> . [Último acceso: 26 Septiembre 2017].
- [40] C. Arbildo Maldonado, «ESTRATEGIAS PARA REDUCIR EL CONSUMO DEL PAPEL EN LA GESTIÓN PEDAGÓGICA,» 13 Agosto 2012. [En línea]. Disponible en: <http://trujillomenospapel.blogspot.com.co/> . [Último acceso: 5 Octubre 2017].
- [41] M. Technologies ©, «EasyFit :: Programa para ajuste de distribución» 2004 - 2017. [En línea]. Disponible en: <http://www.mathwave.com/es/home.html> . [Último acceso: 20 Octubre 2017].

ANEXOS

Anexo 1: Formato de encuesta estudiantes



Encuesta estudiantes



Buenos Días / Tardes /

La siguiente encuesta tiene como fin indagar sobre el consumo de papel y movilidad de la comunidad Universitaria (estudiantes, docentes y administrativos) de la facultad de ingeniería industrial para la realización del trabajo de grado **“Calculo de la Huella Ecológica generada por las actividades de la facultad de ingeniería industrial de la universidad tecnológica de Pereira.”** Realizado por el estudiante Andrés Felipe Piedrahita Bermúdez.

1. Domicilio

- ☐ Dirección_____
- ☐ Barrio_____
- ☐ Municipio_____

2. Género

- ☐ Hombre
- ☐ Mujer

3. Actualmente que programa estudia

- ☐ Ingeniería industrial
- ☐ Tecnología industrial
- ☐ Posgrado

4. ¿En qué jornada está matriculado?:
- ☐ Jornada Diurna
 - ☐ Jornada Especial
5. ¿Cuál es su ubicación semestral actual?
- ☐ Semestre 0
 - ☐ Semestre 1
 - ☐ Semestre 2
 - ☐ Semestre 3
 - ☐ Semestre 4
 - ☐ Semestre 5
 - ☐ Semestre 6
 - ☐ Semestre 7
 - ☐ Semestre 8
 - ☐ Semestre 9
 - ☐ Semestre 10
 - ☐ Semestre 11
 - ☐ Semestre 12
6. Edad
- ☐ De 16-19
 - ☐ De 20 - 23
 - ☐ De 24 – 27
 - ☐ De 27 – 31
 - ☐ Más de 31
7. Normalmente ¿cuántos días a la semana se dirige al edificio 5 (facultad de ing. Industrial) a recibir clases?
- ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☐ 4
 - ☐ 5
 - ☐ 6
8. ¿Cuál es su modelo habitual de desplazamiento a la universidad? Indique el orden en que utiliza los modos de transporte desde la casa a la universidad.
- ☐ Bus
 - ☐ Taxi
 - ☐ vehículo conduciendo sólo
 - ☐ vehículo como acompañante

- ☐ moto
- ☐ bicicleta
- ☐ caminando

9. viaje de vuelta

- ☐ Bus
- ☐ Taxi
- ☐ vehículo conduciendo sólo
- ☐ vehículo como acompañante
- ☐ moto
- ☐ bicicleta
- ☐ caminando

10. ¿qué modelo emplea cuando no utiliza el habitual?

- ☐ Bus
- ☐ Taxi
- ☐ vehículo conduciendo sólo
- ☐ vehículo como acompañante
- ☐ moto
- ☐ bicicleta
- ☐ caminando

11. ¿Qué distancia recorre aproximadamente en su viaje?

- ☐ Menos de 3 km
- ☐ De 3 a 10 km
- ☐ De 10 a 20 km
- ☐ De 20 a 30 km
- ☐ Más de 30 km

12. ¿Cuánto tarda habitualmente en su desplazamiento a la universidad?

- ☐ Menos de 15 minutos
- ☐ De 15 a 30 minutos
- ☐ De 30 a 45 minutos
- ☐ De 45 a 60 minutos
- ☐ De 60 a 90 minutos
- ☐ Más de 90 minutos

13. ¿Cuánto tarda habitualmente en su viaje de regreso?

- ☐ Menos de 15 minutos
- ☐ De 15 a 30 minutos
- ☐ De 30 a 45 minutos
- ☐ De 45 a 60 minutos

- ☐ De 60 a 90 minutos
- ☐ Más de 90 minutos

14. Si se desplaza habitualmente en vehículo ¿porque no utiliza el transporte público?

*** Si no se desplaza en vehículo particular pase a la pregunta 15***

- ☐ No hay ruta de bus
- ☐ Los paraderos están lejos de mi casa
- ☐ Los horarios no son compatibles
- ☐ La frecuencia de autobús es muy baja
- ☐ Con el transporte público tengo muchos transbordos
- ☐ Es más cómodo el vehículo
- ☐ Es más rápido el vehículo
- ☐ Necesito el vehículo para desplazarme a lo largo de la jornada

15. ¿Bajo qué condiciones se animaría Vd. a utilizar el transporte público en su desplazamiento diario al centro de trabajo? (En caso de que Vd. ya sea usuario habitual, ¿qué es lo que más apreciaría? Por favor, no marque más de dos opciones)

- ☐ Más buses directos
 - ☐ Mayor frecuencia de servicio
 - ☐ Paraderos iluminados y caminos más seguros desde la para a la universidad
 - ☐ Descuento en el valor del pasaje
 - ☐ Mayor información sobre transporte publico
 - ☐ Otra ¿cuál?
-
- ☐ Ninguna

16. ¿Bajo qué condiciones se animaría Vd. a acudir en bicicleta en su desplazamiento diario al centro de trabajo? (En caso de que ya acuda en bicicleta, ¿qué es lo que más apreciaría? Por favor, no marque más de 2 opciones).

- ☐ si hubiera carriles de bici seguros y buenos
- ☐ si hubiera duchas taquillas y vestuarios en la universidad
- ☐ si la universidad gestionara un convenio para compra de bicicletas
- ☐ otras ¿cuáles?

- ☐ en ningún caso

Conteste las preguntas siguientes solo si usa vehículo particular (moto/carro), **de lo contrario pase a la pregunta 22**

17. ¿Dónde parquea normalmente?

- ☐ En el parqueadero de la universidad
☐ Cerca de la universidad, calle
☐ En un parqueadero de pago cercano

18. ¿Bajo qué condiciones se animaría Vd. a compartir el vehículo en su desplazamiento diario a la universidad? (Por favor, no marque más de dos opciones)

- ☐ Si me ayudaran a encontrar alguien con mis mismas pautas de desplazamiento
☐ Si me garantizaran la vuelta a casa en caso de que mi acompañante conductor fallara
☐ Si hubiera parqueadero reservado para quienes comparte vehículo
☐ Si hubiera beneficios como exención del pico y placa para quienes comparte vehículo
☐ Otros
¿Cuál? _____

- ☐ Bajo ninguna

19. ¿Qué cilindraje es su moto o vehículo? (en caso de no saberlo indique la marca y modelo de su moto o vehículo) _____

20. ¿Qué combustible utiliza su moto o vehículo particular?

- ☐ Gasolina
☐ Diesel
☐ Gas natural
☐ Otro. ¿Cuál? _____

21. ¿Cuál es el nivel de ocupación de su moto o vehículo particular durante sus viajes a la universidad?

- ☐ 1 persona

- ☐ 2 personas
- ☐ 3 personas
- ☐ 4 personas
- ☐ 5 personas

Consumo de papel

22. ¿Qué cantidad de hojas de papel utiliza por semana para clases y apuntes?

- ☐ 0 – 10
- ☐ 11 - 20
- ☐ 21 - 30
- ☐ 31 – 40
- ☐ 41 – 50

23. ¿Qué cantidad de hojas utiliza por semana para impresiones y fotocopias?

- ☐ 0
- ☐ 1 – 10
- ☐ 11 – 20
- ☐ 21 – 30
- ☐ 31 – 40
- ☐ 41 – 50
- ☐ 51 – 100
- ☐ Más de 100

24. ¿Qué cantidad del papel utilizado recicla?

- ☐ 0%
- ☐ 1% - 20%
- ☐ 21% - 40%
- ☐ 41% - 60%
- ☐ 61% - 80%
- ☐ 81% - 100%

Muchas gracias por su colaboración. Le garantizamos que todas sus respuestas serán confidenciales.

Anexo 2: Formato de encuesta Docentes



Encuesta Docentes



Buenos Días / Tardes /

La siguiente encuesta tiene como fin indagar sobre el consumo de papel y movilidad de la comunidad Universitaria (estudiantes, docentes y administrativos) de la facultad de ingeniería industrial (edificio 5) para la realización del trabajo de grado **“Calculo de la Huella Ecológica generada por las actividades de la facultad de ingeniería industrial de la universidad tecnológica de Pereira.”** Realizado por el estudiante Andrés Felipe Piedrahita Bermúdez.

1. Domicilio

- ☐ Dirección_____
- ☐ Barrio_____
- ☐ Municipio_____

2. Género

- ☐ Hombre
- ☐ Mujer

3. Edad

- ☐ Menos de 25
- ☐ De 25 – 34
- ☐ De 35 – 44
- ☐ De 45 – 54
- ☐ Más de 55

4. Su vinculación como docente actualmente es:

- ☐ Docente de planta
- ☐ Docente transitorio
- ☐ Docente catedrático

***** Si es docente de planta o transitorio pase a la pregunta 6*****

5. ¿Cuántos días a la semana se dirige a dar clases en el edificio 5 (facultad de ing. Industrial)?

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6

6. Su horario habitual de trabajo es:

- ☐ Jornada continua
- ☐ Sólo mañana
- ☐ Sólo tarde

7. ¿Cuál es su modelo habitual de desplazamiento a la universidad? Indique el orden en que utiliza los modos de transporte desde la casa a la universidad.

- ☐ Bus
- ☐ Taxi
- ☐ vehículo conduciendo sólo
- ☐ vehículo como acompañante
- ☐ moto
- ☐ bicicleta
- ☐ caminando

8. viaje de vuelta

- ☐ Bus
- ☐ Taxi
- ☐ vehículo conduciendo sólo
- ☐ vehículo como acompañante
- ☐ moto
- ☐ bicicleta
- ☐ caminando

9. ¿qué modelo emplea cuando no utiliza el habitual?

- ☐ Bus
- ☐ Taxi
- ☐ vehículo conduciendo sólo
- ☐ vehículo como acompañante

- ☐ moto
- ☐ bicicleta
- ☐ caminando

10. ¿Qué distancia recorre aproximadamente en su viaje?

- ☐ Menos de 3 km
- ☐ De 3 a 10 km
- ☐ De 10 a 20 km
- ☐ De 20 a 30 km
- ☐ Más de 30 km

11. ¿Cuánto tarda habitualmente en su desplazamiento de la casa a la universidad?

- ☐ Menos de 15 minutos
- ☐ De 15 a 30 minutos
- ☐ De 30 a 45 minutos
- ☐ De 45 a 60 minutos
- ☐ De 60 a 90 minutos
- ☐ Más de 90 minutos

12. ¿Cuánto tarda habitualmente en su desplazamiento de la universidad a la casa?

- ☐ Menos de 15 minutos
- ☐ De 15 a 30 minutos
- ☐ De 30 a 45 minutos
- ☐ De 45 a 60 minutos
- ☐ De 60 a 90 minutos
- ☐ Más de 90 minutos

13. Si se desplaza habitualmente en vehículo ¿porque no utiliza el transporte público?

***** Si no se desplaza en vehículo particular pase a la pregunta 14*****

- ☐ No hay ruta de bus
- ☐ Los paraderos están lejos de mi casa
- ☐ Los horarios no son compatibles
- ☐ La frecuencia de autobús es muy baja
- ☐ Con el transporte público tengo muchos transbordos
- ☐ Es más cómodo el vehículo
- ☐ Es más rápido el vehículo
- ☐ Necesito el vehículo para desplazarme a lo largo de la jornada

14. ¿Bajo qué condiciones se animaría Vd. a utilizar el transporte público en su desplazamiento diario al centro de trabajo? (En caso de que Vd. ya sea usuario habitual, ¿qué es lo que más apreciaría? Por favor, no marque más de dos opciones)

- ☐ Más buses directos
- ☐ Mayor frecuencia de servicio
- ☐ Paraderos iluminados y caminos más seguros desde la para a la universidad
- ☐ Descuento en el valor del pasaje
- ☐ Mayor información sobre transporte publico
- ☐ Otra ¿cuál?

☐ Ninguna

15. ¿Bajo qué condiciones se animaría Vd. a acudir en bicicleta en su desplazamiento diario al centro de trabajo? (En caso de que ya acuda en bicicleta, ¿qué es lo que más apreciaría? Por favor, no marque más de 2 opciones).

- ☐ si hubiera carriles de bici seguros y buenos
- ☐ si hubiera duchas taquillas y vestuarios en la universidad
- ☐ si la universidad gestionara un convenio para compra de bicicletas
- ☐ otras ¿cuáles?

☐ en ningún caso

*****Conteste las preguntas siguientes solo si usa vehículo particular (moto/carro), de lo contrario ud. Ha terminado la encuesta, gracias*****

16. ¿Dónde parquea normalmente?

- ☐ En los parqueadero de la universidad
- ☐ Cerca de la universidad, calle
- ☐ En un parqueadero de pago cercano

17. ¿Bajo qué condiciones se animaría Vd. a compartir el vehículo en su desplazamiento diario a la universidad? (Por favor, no marque más de dos opciones)

- ☐ Si me ayudaran a encontrar alguien con mis mismas pautas de desplazamiento

- ☐ Si me garantizaran la vuelta a casa en caso de que mi acompañante conductor fallara
- ☐ Si hubiera parqueadero reservado para quienes comparte vehículo
- ☐ Si hubiera beneficios como exención del pico y placa para quienes comparte vehículo
- ☐ Otros
¿Cuál? _____

- ☐ Bajo ninguna

18. ¿Qué cilindraje es su moto o vehículo? (en caso de no saberlo indique la marca y modelo de su moto o vehículo)

19. ¿Qué combustible utiliza su moto o vehículo particular?

- ☐ Gasolina
- ☐ Diesel
- ☐ Gas natural
- ☐ Otro. ¿Cuál? _____

20. ¿Cuál es el nivel de ocupación de su moto o vehículo particular durante sus viajes a la universidad?

- ☐ 1 persona
- ☐ 2 personas
- ☐ 3 personas
- ☐ 4 personas
- ☐ 5 personas

Muchas gracias por su colaboración. Le garantizamos que todas sus respuestas serán confidenciales.

Anexo 3: Cuantificación de materiales de Construcción Edificio 15 Bloque C

ELEMENTO ESTRUCTURAL	UNIDAD	CANTIDAD
Columna concreto 3500psi circular	m ³	55
Columna concreto 3500 psi (rectangular)	m ³	183.0
Escalera concreto 3500 psi	m ³	60.0
Fondo tanque de almacenamiento concreto 28 MPA hipermeabilizado	m ³	5.0
Losa aligerada casetón icopor e=0.60m, concreto 3500 psi premezclado.	m ²	3800.0
Losa aligerada casetón icopor e=0.60m. Concreto 3500 psi premezclado. Allanado. Pa	m ²	397.0
Losa de concreto 3500 psi premezclado contrapiso e=0.15m	m ²	167.0
Losa de concreto contrapiso e=0.15 m. Concreto 4000 psi. Premezclado. Parquedero	m ²	650.0
Muro de contención en concreto 3500 psi	m ³	37.0
Muro de contencion tanque de almacenamiento concreto 4000 psi impermeabilizado	m ³	13,5
Muros en concreto impermeabilizado de f'c 28 MPA, e= 0,20 m	m ³	5,3
Pantalla en concreto 3500 psi e= 0.10-0.30 m	m ³	78.0
Pedestal concreto 3500 psi	m ³	3.0
Placa de fondo en concreto impermeabilizado de f'c 28 MPA, e = 0,20 m	m ³	3,1
Placa superior en concreto de f'c 28 MPA (4000 psi), e = 0,20 m	m ³	1,5
Placa superior en concreto impermeabilizado de f'c 28 MPA, e = 0,25 m	m ³	6.0
Solado espesor e=0.05m concreto 2500 psi	m ³	787.0
Viga de enlace cimienta en concreto de 3500 psi	m ³	95.0
Vigas aéreas en concreto 3500 psi	m ³	49.0
Zapata concreto 3500 psi	m ³	356.0
Vigas de cimentación 0.30x0.30m concreto 3000 psi. Incl refuerzo	m ³	3.0
TOTAL	m³	1.618,94

CEMENTO MUROS	UNIDAD	CANTIDAD
Muro ladrillo farol arcilla e=12x20x30cm	m ²	1.367,00
Muro en bloque estructural de cemento e=14 x 20 x 40cm	m ²	35,0
Muro en bloque estructural de cemento e=20 x 20 x 40cm	m ²	175,0
Total Cemento	m²	1.577,0

LADRILLO	UNIDAD	CANTIDAD
Ladrillos por m ²	un/m ²	17,50
Total Ladrillo	un	27.597,50

MORTERO		UNIDAD	CANTIDAD
MORTERO MUROS (0,021 m³ por m² construido)			
Mezcla de materiales cementantes, agregado fino y agua		m³	0,02
Total Mortero		m³	33,12
Total Cemento en Muros		m³	15.035,12
MORTERO PISOS		m²	4.100,0
		m³	123,00
Total Cemento Pisos		m³	55.842,00
Total arena Pisos		m³	134,07

Arena Total	m³	1.040,68
Gravilla Total	m³	1.519,91
Cemento Total	Kg	637.506,12

VIDRIO		
Ventana en aluminio fija o corrediza incluye persiana y vidrio templado v-1, v-2, v-3	m²	475,00
Ventana de aluminio corrediza sin persiana v-13	m²	25,00
Pasamanos en vidrio templado 10mm. Tubería en acero inox. 2"	m²	170,10
Espejos biselados de 4mm	m²	13,00
Total Vidrio	m²	513,00

PINTURA		
Estuco y pintura interiores vinilo tipo 1	m²	2.640,00
Pintura para cielo rasos vinilo tipo 1	m²	1.500,00
Pintura tipo koraza para exteriores	m²	910,00
Total Pintura por m2	m²	5.050,00
Total Pintura por Galón	gl	1.335,98

PVC		
Tubería PVC acueducto rde 21 de ø 2 1/2"	m	13,10
Tubería PVC acueducto de ø1" rde 21	m	32,40
Tubería PVC acueducto de ø 1 1/2" rde 21	m	20,40
Tubería PVC acueducto de ø 1 1/4" rde 21	m	15,30
Tubería PVC acueducto de ø1/2" rde 21	m	36,20
Tubería PVC acueducto de ø4" rde 21	m	118,00
Tubería PVC acueducto de ø3" rde 21	m	19,00
Total Tuberia PVC pres 1/2"	m	254,40
Tubería PVC acueducto de ø3" rde 21	m	69,00
Tubería PVC acueducto de ø 2" rde 21	m	29,20
Tubería PVC acueducto de ø3/4" rde 21	m	42,00
Total Tuberia PVC pres 3/4"	m	140,20
Tubería PVC sanitaria de 2", incluye accesorios	m	158,00
Tubería PVC sanitaria de 3", incluye accesorios	m	45,00
Tubería PVC sanitaria de 4", incluye accesorios	m	187,00
Tubería PVC sanitaria de 6", incluye accesorios	m	18,00
Total tubería PVC Sanitaria	m	408,00
Total PVC	m	802,60

MADERA		
Barra en madera b=0.43mm	m ²	2,24
Guarda escoba en madera granadillo h= 0.10m	m ²	154,00
154,00Casetón en madera comúnm	m ²	7.600,00
Total Madera	m²	7.756,24

Anexo 4: Emisiones de CO₂ por tipo de Material

Materiales	Total (Kg/m²)	Total (t/m²)	t Co₂/t de Material	t Co₂/m2
Acero	55,50	0,0555	27,045	0,1501
Arena	421,53	0,4215	0,0970	0,0409
Cemento	151,90	0,1519	1,0955	0,1664
Gravilla	633,75	0,6337	0,0980	0,0621
Ladrillo	11,84	0,0118	0,2448	0,0029
Madera	8,83	0,0088	0,0002	0,0000
Pintura	4,54	0,0045	0,4079	0,0019
Tubería	0,16	0,0002	76,592	0,0013
Vidrio	2,53	0,0025	18,591	0,0047
Total				0,4302

Anexo 5: Luminarias edificio 5

	Tipo de cuarto	cantidad	# de luminarias	total luminarias
Primer piso	Celda manufactura	1	27	27
	salón tec. industrial	1	12	12
	baños (M y F)	2	3	6
	corredor	1	5	5
	cuatos mantenimiento	2	2	4
	total luminarias primer piso			54
Segundo Piso	salon de clases	7	9	63
	oficinas maestrias	2	2	4
	cuarto mantenimiento	1	1	1
	corredor	1	11	11
	total luminarias segundo piso			79
Tercer piso	Salones	7	9	63
	cuartos (incluye baños)	6	1	6
	corredor	1	11	11
	total luminarias tercer piso			80
Cuarto piso	oficinas docentes y demás	25	1	25
	oficinas	10	3	30
	cuartos (incluye baños)	6	1	6
	oficina decanatura	1	4	4
	laboratorios	2	6	12
	corredor	1	11	11
	total luminarias cuarto piso			88
TOTAL LIMUNARIAS EDIFICIO			309	

Anexo 6: Consumo de papel por parte de la Facultad de Ingeniería Industrial

informe consumo



Recibidos x



Jaime Zarate

16 mar. ☆

para mí ▾



BUENAS TARDES Andrés con la presente le informo los consumos de papel por parte de la Facultad de Ingeniería Industrial en la vigencia 2016 primero y segundo semestre .

Papel periódico para exámenes	8.340 hojas
Resma x 500 hojas con logo tamaño carta	28 resmas
Fotocopias para talleres y trabajos en general	86.700 copias

Cordialmente